

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 2 月 19 日 (19.02.2004)

PCT

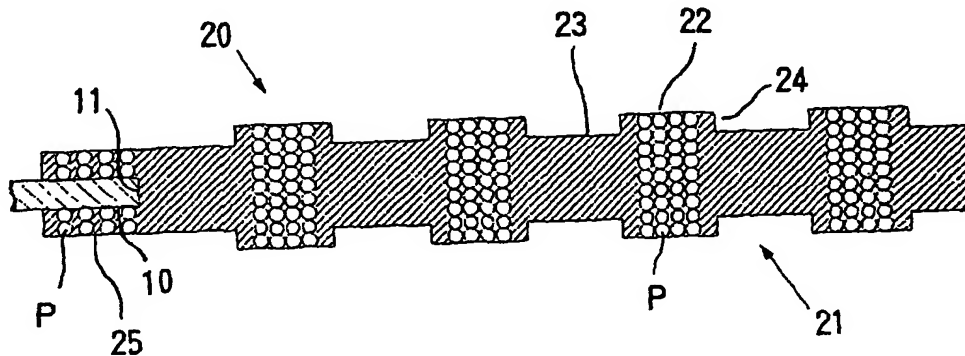
(10) 国際公開番号  
WO 2004/015761 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/66
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010056
- (22) 国際出願日: 2003 年 8 月 7 日 (07.08.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-232203 2002 年 8 月 9 日 (09.08.2002) JP  
特願2002-232204 2002 年 8 月 9 日 (09.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JSR 株式会社 (JSR CORPORATION) [JP/JP]; 〒104-0045 東京都中央区築地五丁目6番10号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 瀬高 良司 (SE-TAKA, Ryoji) [JP/JP]; 〒104-0045 東京都中央区築地五丁目6番10号 JSR株式会社内 Tokyo (JP). 小久保 輝一 (KOKUBO, Terukazu) [JP/JP]; 〒104-0045 東京都中央区築地五丁目6番10号 JSR株式会社内 Tokyo (JP). 妹尾 浩司 (SENO, Koji) [JP/JP]; 〒104-0045 東京都中央区築地五丁目6番10号 JSR株式会社内 Tokyo (JP). 原 武生 (HARA, Takeo) [JP/JP]; 〒104-0045 東京都中央区築地五丁目6番10号 JSR株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大井 正彦 (OHI, Masahiko); 〒101-0052 東京都千代田区神田小川町三丁目6番地1 栄信ビル Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ANISOTROPIC CONDUCTIVITY CONNECTOR, CONDUCTIVE PASTE COMPOSITION, PROBE MEMBER, WAFER INSPECTING DEVICE, AND WAFER INSPECTING METHOD

(54) 発明の名称: 異方導電性コネクタおよび導電性ペースト組成物、プローブ部材並びにウエハ検査装置およびウエハ検査方法



(57) Abstract: An anisotropic conductivity connector enabling easy alignment of a wafer and capable of holding and fixing the wafer even if the wafer has a large area and a diameter of 8 inches or more and the pitches of the electrodes to be inspected of the wafer are small and maintaining its favorable conductivity even after repetitive use, and its application are disclosed. The connector comprises a frame sheet where holes for arrangement of anisotropic conductive films formed in the holes. Each electrode regions of all or a part of the integrated circuits of a wafer and elastic anisotropic conductive films formed in the holes. Each elastic anisotropic conductive film has connection conductive sections containing conductive particles and extending in the direction of thickness and insulating sections insulating the connection conductive sections from one another. Each conductive particle is composed of a core particle exhibiting magnetism and a high-conductivity metal with which the core particle is coated. The content of the high-conductivity metal to the core particle is 15 mass% or more. The measurand  $t = [1/(Sw \cdot \rho)] \times [N/(1-N)]$  is 50 nm or more [Sw is the BET specific surface ( $m^2/kg$ ) of the core particle,  $\rho$  is the specific gravity ( $kg/m^3$ ) of the high-conductivity metal, and N is (the mass of the high-conductivity metal/the mass of the whole conductive particles)].

(57) 要約: 直径が8インチ以上の大面積で、被検査電極のピッチが小さいウエハであっても、それに対する位置合わせおよび保持固定が容易で、繰り返し使用しても良好な導電性が維持される異方導電性コネクタおよびその応用が開示されている。上記異方導電性コネクタは、ウエハの全てのまたは一部の集積回路の電極領域に対応して複数の異方導電膜配置用孔が形成されたフレーム板と、各異方導電膜配置用孔内に配置された複数の弾性異方導電膜とよりなり、弾性異方導電膜は、導電性粒子が含有された厚み方向に伸びる

[続葉有]

WO 2004/015761 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

複数の接続用導電部とこれらを相互に絶縁する絶縁部とを有し、前記導電性粒子は、磁性を示す芯粒子に高導電性金属が被覆されてなり、芯粒子に対する高導電性金属の割合が15質量%以上で、下記tが50nm以上である。  
$$t = [1 / (S_w \cdot \rho)] \times [N / (1 - N)]$$
 [S<sub>w</sub>は芯粒子のBET比表面積 (m<sup>2</sup>/kg)、ρは高導電性金属の比重 (kg/m<sup>3</sup>)、Nは (高導電性金属の質量/導電性粒子全体の質量)]

## 明 細 書

異方導電性コネクタおよび導電性ペースト組成物、プローブ部材並びにウエハ検査装置およびウエハ検査方法

技 術 分 野

本発明は、ウエハに形成された複数の集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うために用いられる異方導電性コネクタおよびこの異方導電性コネクタを得るための導電性ペースト組成物、この異方導電性コネクタを具えたプローブ部材、並びにこのプローブ部材を具えたウエハ検査装置およびこのプローブ部材を使用したウエハ検査方法に関し、更に詳しくは、例えば直径が8インチ以上のウエハであって、これに形成された集積回路における被検査電極の総数が5000点以上であるものについて、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うために好適に用いられる異方導電性コネクタおよびこの異方導電性コネクタを得るための導電性ペースト組成物、この異方導電性コネクタを具えたプローブ部材並びにこのプローブ部材を具えたウエハ検査装置およびこのプローブ部材を使用したウエハ検査方法に関する。

背 景 技 術

一般に、半導体集積回路装置の製造工程においては、例えばシリコンよりなるウエハに多数の集積回路を形成し、その後、これらの集積回路の各々について、基礎的な電気特性を検査することによって、欠陥を有する集積回路を選別するプローブ試験が行われる。次いで、このウエハを切断することによって半導体チップが形成され、この半導体チップが適宜のパッケージ内に収納されて封止される。更に、パッケージ化された半導体集積回路装置の各々について、高温環境下において電気特性を検査することによって、潜在的欠陥を有する半導体集積回路装置を選別するバーンイン試験が行われる。

このようなプローブ試験またはバーンイン試験などの集積回路の電氣的検査においては、検査対象物における被検査電極の各々をテスターに電氣的に接続するためにプローブ部材が用いられている。このようなプローブ部材としては、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って検査電極が形成された検査用回路基板と、この検査用回路基板上に配置された異方導電性エラストマーシートとよりなるものが知られている。

かかる異方導電性エラストマーシートとしては、従来、種々の構造のものが知られており、例えば特開昭51-93393号公報等には、金属粒子をエラストマー中に均一に分散して得られる異方導電性エラストマーシート（以下、これを「分散型異方導電性エラストマーシート」という。）が開示され、また、特開昭53-147772号公報等には、導電性磁性体粒子をエラストマー中に不均一に分布させることにより、厚み方向に伸びる多数の導電部と、これらを相互に絶縁する絶縁部とが形成されてなる異方導電性エラストマーシート（以下、これを「偏在型異方導電性エラストマーシート」という。）が開示され、更に、特開昭61-250906号公報等には、導電部の表面と絶縁部との間に段差が形成された偏在型異方導電性エラストマーシートが開示されている。

そして、偏在型異方導電性エラストマーシートは、検査すべき集積回路の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って導電部が形成されているため、分散型異方導電性エラストマーシートに比較して、被検査電極の配列ピッチすなわち隣接する被検査電極の中心間距離が小さい集積回路などに対しても電極間の電氣的接続を高い信頼性で達成することができる点で、有利である。

このような偏在型異方導電性エラストマーシートにおいては、検査用回路基板および検査対象物との電氣的接続作業において、それらに対して特定の位置関係をもって保持固定することが必要である。

然るに、異方導電性エラストマーシートは柔軟で容易に変形しやすいものであるため、その取扱い性が低いものである。しかも、近年、電気製品の小型化あるいは高密度配線化に伴い、これに使用される集積回路装置は、電極数が増加し、電極の配列ピッチが一層小さくなって高密度化する傾向にある。そのため、検査対



象物の被検査電極に対する電氣的接続を行う際に、偏在型異方導電性エラストマーシートの位置合わせおよび保持固定が困難になりつつある。

また、バーンイン試験においては、一旦は集積回路装置と偏在型異方導電性エラストマーシートとの所要の位置合わせおよび保持固定が実現された場合であっても、温度変化による熱履歴を受けると、熱膨張率が、検査対象である集積回路装置を構成する材料（例えばシリコン）と偏在型異方導電性エラストマーシートを構成する材料（例えばシリコンゴム）との間で大きく異なるため、偏在型異方導電性エラストマーシートの導電部と集積回路装置の被検査電極との間に位置ずれが生じる結果、電氣的接続状態が変化して安定な接続状態が維持されない、という問題がある。

このような問題を解決するため、開口を有する金属製のフレーム板と、このフレーム板の開口に配置され、その周縁部が当該フレーム板の開口縁部に支持された異方導電性シートとよりなる異方導電性コネクタが提案されている（特開平 11-40224 号公報参照）。

この異方導電性コネクタは、一般に、以下のようにして製造される。

図 23 に示すように、上型 80 およびこれと対となる下型 85 よりなる異方導電性エラストマーシート成形用の金型を用意し、この金型内に、開口 91 を有するフレーム板 90 を位置合わせして配置すると共に、硬化処理によって弾性高分子物質となる高分子物質形成材料中に磁性を示す導電性粒子が分散されてなる成形材料を、フレーム板 90 の開口 91 およびその開口縁部を含む領域に供給して成形材料層 95 を形成する。ここで、成形材料層 95 に含有されている導電性粒子 P は、当該成形材料層 95 中に分散された状態である。

上記の金型における上型 80 および下型 85 の各々は、成形すべき異方導電性エラストマーシートの導電部のパターンに対応するパターンに従って形成された複数の強磁性体層 81、86 と、これらの強磁性体層 81、86 が形成された個所以外の個所に形成された非磁性体層 82、87 とからなる成形面を有し、対応する強磁性体層 81、86 が互いに対向するよう配置されている。

そして、上型 80 の上面および下型 85 の下面に例えば一対の電磁石を配置し

てこれを作動させることにより、成形材料層 95 には、上型 80 の強磁性体層 81 とこれに対応する下型 85 の強磁性体層 86 との間の部分すなわち導電部となる部分において、それ以外の部分より大きい強度の磁場が当該成形材料層 95 の厚み方向に作用される。その結果、成形材料層 95 中に分散されている導電性粒子 P は、当該成形材料層 95 における大きい強度の磁場が作用されている部分、すなわち上型 80 の強磁性体層 81 とこれに対応する下型 85 の強磁性体層 86 との間の部分に集合し、更には厚み方向に並ぶよう配向する。そして、この状態で、成形材料層 95 の硬化処理を行うことにより、導電性粒子 P が厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有された複数の導電部と、これらの導電部を相互に絶縁する絶縁部とよりなる異方導電性エラストマーシートが、その周縁部がフレーム板の開口縁部に支持された状態で成形され、以て異方導電性コネクタが製造される。

このような異方導電性コネクタによれば、異方導電性エラストマーシートが金属製のフレーム板に支持されているため、変形しにくくて取扱いやすく、また、予めフレーム板に位置決め用マーク（例えば孔）を形成することにより、集積回路装置の電氣的接続作業において、当該集積回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、フレーム板を構成する材料として熱膨張率の小さいものを用いることにより、異方導電性シートの熱膨張がフレーム板によって規制されるため、温度変化による熱履歴を受けた場合にも、偏在型異方導電性エラストマーシートの導電部と集積回路装置の被検査電極との位置ずれが防止される結果、良好な電氣的接続状態が安定に維持される。

ところで、ウエハに形成された集積回路に対して行われるプローブ試験においては、従来、多数の集積回路のうち例えば 16 個または 32 個の集積回路が形成された複数のエリアにウエハを分割し、このエリアに形成された全ての集積回路について一括してプローブ試験を行い、順次、その他のエリアに形成された集積回路についてプローブ試験を行う方法が採用されている。

そして、近年、検査効率を向上させ、検査コストの低減化を図るために、ウエハに形成された多数の集積回路のうち例えば 64 個若しくは 124 個または全部

の集積回路について一括してプローブ試験を行うことが要請されている。

一方、バーンイン試験においては、検査対象である集積回路装置は微小なものであってその取扱いが不便なものであるため、多数の集積回路装置の電氣的検査を個別的に行うためには、長い時間を要し、これにより、検査コストが相当に高いものとなる。このような理由から、ウエハ上に形成された多数の集積回路について、それらのバーンイン試験をウエハの状態で一括して行うWLB I (Wafer Level Burn-in) 試験が提案されている。

しかしながら、検査対象であるウエハが、例えば直径が8インチ以上の大型のものであって、その被検査電極の数が例えば5000以上、特に10000以上のものである場合には、各集積回路における被検査電極のピッチが極めて小さいものであるため、プローブ試験またはWLB I 試験のためのプローブ部材として上記の異方導電性コネクタを適用すると、以下のような問題がある。

すなわち、直径が例えば8インチ(約20cm)のウエハを検査するためには、異方導電性コネクタとして、その異方導電性エラストマーシートの直径が8インチ程度のものを用いることが必要となる。然るに、このような異方導電性エラストマーシートは、全体の面積が大きいものであるが、各導電部は微細で、当該異方導電性エラストマーシート表面に占める導電部表面の面積の割合が小さいものであるため、当該異方導電性エラストマーシートを確実に製造することは極めて困難である。従って、異方導電性エラストマーシートの製造においては、歩留りが極端に低下する結果、異方導電性エラストマーシートの製造コストが増大し、延いては検査コストが増大する。

また、プローブ試験のためのプローブ部材として上記の異方導電性コネクタを用いる場合には、以下のような問題がある。

異方導電性エラストマーシートにおける導電性粒子としては、一般に、例えばニッケルなどの強磁性体よりなる芯粒子の表面に、例えば金などの高導電性金属よりなる被覆層が形成されてなるものが使用されている。

そして、プローブ試験においては、前述したように、ウエハを2以上のエリアに分割し、分割されたエリア毎に、当該エリアに形成された集積回路について一

括してプローブ試験を行う方法が利用されているが、直径が8インチまたは12インチのウェハに高い集積度で形成された集積回路についてプローブ試験を行う場合には、一つのウェハについて複数回の検査処理工程が必要となる。従って、多数のウェハについてプローブ試験を行うためには、用いられる異方導電性エラストマーシートとして、繰り返し使用における耐久性の高いものであることが要求される。然るに、従来の異方導電性エラストマーシートにおいては、多数回にわたって繰り返し使用した場合には、導電性粒子における芯粒子が表面に露出するため、当該導電性粒子の導電性が著しく低下する結果、所要の導電性を維持することが困難である。

また、WLB I試験のためのプローブ部材として上記の異方導電性コネクタを用いる場合には、以下のような問題がある。

WLB I試験においては、異方導電性エラストマーシートは、その導電部が、検査対象であるウェハにおける被検査電極と検査用回路基板の検査用電極とによって挟圧され、この状態で、長時間高温環境下に晒される。然るに、このような過酷な条件下で異方導電性エラストマーシートが繰り返し使用された場合には、導電性粒子における芯粒子を構成する強磁性体が、被覆層を形成する高導電性金属中に移行するため、当該導電性粒子の導電性が著しく低下する結果、所要の導電性を維持することができない。

また、異方導電性エラストマーシートは、その導電部において、ウェハにおける被検査電極と検査用回路基板の検査用電極とによって挟圧されることにより、当該導電部を形成する基材が厚み方向に圧縮されて面方向に伸びるよう変形する。その結果、導電性粒子が基材の変形に追従して移動するため、当該導電性粒子の連鎖が湾曲した状態となる。更に、この状態で、異方導電性エラストマーシートが高温環境下に晒されることにより、導電部を形成する基材が大きく膨張する結果、導電性粒子は基材の膨張に追従して移動するため、導電性粒子の連鎖の状態が変化する。そして、このようなWLB I試験に異方導電性エラストマーシートが繰り返し使用された場合には、導電部を構成する基材に永久歪みが発生し、更に、この永久歪みによって導電性粒子の連鎖に乱れが生じる結果、所要の導電

性を維持することができない。

また、ウエハを構成する材料例えばシリコンの線熱膨張係数は  $3.3 \times 10^{-6}$  /K 程度であり、一方、異方導電性エラストマーシートを構成する材料例えばシリコンゴムの線熱膨張係数は  $2.2 \times 10^{-4}$  /K 程度である。従って、例えば 25℃ において、それぞれ直径が 20 cm のウエハおよび異方導電性エラストマーシートの各々を、20℃ から 120℃ までに加熱した場合には、理論上、ウエハの直径の変化は 0.0066 cm にすぎないが、異方導電性エラストマーシートの直径の変化は 0.44 cm に達する。

このように、ウエハと異方導電性エラストマーシートとの間で、面方向における熱膨張の絶対量に大きな差が生じると、異方導電性エラストマーシートの周辺部を、ウエハの線熱膨張係数と同等の線熱膨張係数を有するフレーム板によって固定しても、WLB I 試験を行う場合において、ウエハにおける被検査電極と異方導電性エラストマーシートにおける導電部との位置ずれを防止することは極めて困難である。

また、WLB I 試験のためのプローブ部材としては、例えばウエハの線熱膨張係数と同等の線熱膨張係数を有するセラミックスよりなる検査用回路基板上に、異方導電性エラストマーシートが固定されてなるものが知られている（例えば特開平 7-231019 号公報，特開平 8-5666 号公報等参照）。このようなプローブ部材において、検査用回路基板に異方導電性エラストマーシートを固定する手段としては、例えば螺子等によって異方導電性エラストマーシートにおける周辺部を機械的に固定する手段、接着剤等によって固定する手段などが考えられる。

しかしながら、螺子等によって異方導電性エラストマーシートにおける周辺部を固定する手段では、前述のフレーム板に固定する手段と同様の理由により、ウエハにおける被検査電極と異方導電性エラストマーシートにおける導電部との間の位置ずれを防止することは極めて困難である。

一方、接着剤によって固定する手段においては、検査用回路基板に対する電気的接続を確実に達成するためには、異方導電性エラストマーシートにおける絶縁

部のみに接着剤を塗布することが必要となるが、WLB I 試験に用いられる異方導電性エラストマーシートは、導電部の配置ピッチが小さく、隣接する導電部間の離間距離が小さいものであるため、そのようなことは實際上極めて困難である。また、接着剤によって固定する手段においては、異方導電性エラストマーシートが故障した場合には、当該異方導電性エラストマーシートのみを新たなものに交換することができず、検査用回路基板を含むプローブ部材全体を交換することが必要となり、その結果、検査コストの増大を招く。

### 発 明 の 開 示

本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その第1の目的は、ウエハに形成された複数の集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うために用いられる異方導電性コネクタにおいて、検査対象であるウエハが、例えば直径が8インチ以上の大面積のものであって、形成された集積回路における被検査電極のピッチが小さいものであっても、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、多数回にわたって繰り返し使用した場合にも、良好な導電性が維持され、繰り返し使用による耐久性が高く、長い使用寿命が得られる異方導電性コネクタを提供することにある。

本発明の第2の目的は、上記の第1の目的に加え、高温環境下における試験に繰り返し使用した場合にも、長期間にわたって良好な導電性が維持され、熱的耐久性が高く、長い使用寿命が得られる異方導電性コネクタを提供することにある。

本発明の第3の目的は、上記の目的に加えて、更に、温度変化による熱履歴などの環境の変化に対しても良好な電氣的接続状態が安定に維持される異方導電性コネクタを提供することにある。

本発明の第4の目的は、上記の異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を形成するために好適な導電性ペースト組成物を提供することにある。

本発明の第5の目的は、検査対象であるウエハが、例えば直径が8インチ以上の大面積のものであって、形成された集積回路における被検査電極のピッチが小

さいものであっても、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、高温環境下において繰り返し使用した場合にも、長期間にわたって良好な導電性が維持され、熱的耐久性が高くて長い使用寿命が得られるプローブ部材を提供することにある。

本発明の第6の目的は、上記のプローブ部材を使用して、ウエハに形成された複数の集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うウエハ検査装置およびウエハ検査方法を提供することにある。

本発明の第7の目的は、直径が8インチまたは12インチのウエハに高い集積度で形成された集積回路についてプローブ試験を行う場合において、繰り返し使用における耐久性の高い異方導電性コネクタおよびプローブ部材を提供することにある。

本発明の第8の目的は、大面積のウエハに高い集積度で形成された、突起状電極を有する集積回路について電氣的検査を行う場合において、繰り返し使用における耐久性の高い異方導電性コネクタおよびプローブ部材を提供することにある。

本発明の異方導電性コネクタは、ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うために用いられる異方導電性コネクタにおいて、

検査対象であるウエハに形成された全てのまたは一部の集積回路における被検査電極が配置された電極領域に対応してそれぞれ厚み方向に伸びる複数の異方導電膜配置用孔が形成されたフレーム板と、このフレーム板の各異方導電膜配置用孔内に配置され、当該異方導電膜配置用孔の周辺部に支持された複数の弾性異方導電膜とよりなり、

前記弾性異方導電膜の各々は、弾性高分子物質により形成され、検査対象であるウエハに形成された集積回路における被検査電極に対応して配置された、磁性を示す導電性粒子が密に含有されてなる厚み方向に伸びる複数の接続用導電部、およびこれらの接続用導電部を相互に絶縁する絶縁部を有する機能部と、この機能部の周縁に一体に形成され、前記フレーム板における異方導電膜配置用孔の周

辺部に固定された被支持部とよりなり、

前記弾性異方導電膜における接続用導電部に含有された導電性粒子は、磁性を示す芯粒子の表面に高導電性金属が被覆されてなり、当該芯粒子に対する高導電性金属の割合が15質量%以上であり、かつ、下記式(1)によって算出される、高導電性金属による被覆層の厚み $t$ が50nm以上であることを特徴とする。

$$\text{式(1)} \quad t = [1 / (S_w \cdot \rho)] \times [N / (1 - N)]$$

[但し、 $t$ は高導電性金属による被覆層の厚み(m)、 $S_w$ は芯粒子のBET比表面積( $\text{m}^2 / \text{kg}$ )、 $\rho$ は高導電性金属の比重( $\text{kg} / \text{m}^3$ )、 $N$ は(高導電性金属の質量/導電性粒子全体の質量)の値を示す。]

本発明の異方導電性コネクタにおいては、前記導電性粒子は、下記に示す電気抵抗値 $R$ の値が $0.3\Omega$ 以下であることが好ましい。

電気抵抗値 $R$ ：導電性粒子 $0.6\text{g}$ と液状ゴム $0.8\text{g}$ とを混練することによってペースト組成物を調製し、このペースト組成物を、 $0.5\text{mm}$ の離間距離で互いに対向するよう配置された、それぞれ径が $1\text{mm}$ の一对の電極間に配置し、この一对の電極間に $0.3\text{T}$ の磁場を作用させ、この状態で当該一对の電極間の電気抵抗値が安定するまで放置したときの当該電気抵抗値。

また、本発明の異方導電性コネクタにおいては、前記導電性粒子は、BET比表面積が $10 \sim 500 \text{m}^2 / \text{kg}$ であることが好ましい。

また、本発明の異方導電性コネクタにおいては、前記フレーム板の線熱膨張係数が $3 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下であることが好ましい。

また、弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質は、付加型液状シリコーンゴムの硬化物であって、その $150^\circ\text{C}$ における圧縮永久歪みが10%以下で、かつ、デュロメーターA硬度が $10 \sim 60$ のものであることが好ましく、デュロメーターA硬度が $25 \sim 40$ のものであることが特に好ましい。

また、弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質は、その引き裂き強度が $8\text{kN} / \text{m}$ 以上のものであることが好ましい。

本発明の導電性ペースト組成物は、硬化可能な液状シリコーンゴムと、磁性を示す芯粒子の表面に高導電性金属が被覆されてなる導電性粒子とを含有してなり



、前記導電性粒子は、芯粒子に対する高導電性金属の割合が15質量%以上であり、かつ、前記数式によって算出される、高導電性金属による被覆層の厚み $t$ が50nm以上であることを特徴とする。

このような導電性ペースト組成物は、上記の異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を形成するための導電性ペースト組成物として好適である。

本発明のプロブ部材は、ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うために用いられるプロブ部材であって、

検査対象であるウエハに形成された集積回路の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って検査電極が表面に形成された検査用回路基板と、この検査用回路基板の表面に配置された上記の異方導電性コネクタとを具備てなることを特徴とする。

本発明のプロブ部材においては、前記異方導電性コネクタにおけるフレーム板の線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5}/K$ 以下であり、前記検査用回路基板を構成する基板材料の線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5}/K$ 以下であることが好ましい。

また、前記異方導電性コネクタ上に、絶縁性シートと、この絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸び、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置された複数の電極構造体とよりなるシート状コネクタが配置されていてもよい。

本発明のウエハ検査装置は、ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うウエハ検査装置において、

上記のプロブ部材を具備てなり、当該プロブ部材を介して、検査対象であるウエハに形成された集積回路に対する電氣的接続が達成されることを特徴とする。

本発明のウエハ検査方法は、ウエハに形成された複数の集積回路の各々を、上記のプロブ部材を介してテスターに電氣的に接続し、当該ウエハに形成された集積回路の電氣的検査を実行することを特徴とする。

上記の異方導電性コネクタによれば、フレーム板には、検査対象であるウエ

ハに形成された全てのまたは一部の集積回路における被検査電極が配置された電極領域に対応して複数の異方導電膜配置用孔が形成されており、当該異方導電膜配置用孔の各々に、弾性異方導電膜が配置されているため、変形しにくくて取り扱い易く、ウエハとの電氣的接続作業において、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができる。

また、弾性異方導電膜における接続用導電部に含有された導電性粒子は、その高導電性金属の割合が芯粒子に対して15質量%以上で、当該高導電性金属による被覆層の厚み $t$ が50nm以上であるため、多数回にわたって繰り返し使用した場合においても、導電性粒子における芯粒子が表面に露出することが抑制され、その結果、所要の導電性が確実に維持される。

また、高温環境下において繰り返し使用した場合において、導電性粒子における芯粒子を構成する材料が高導電性金属中に移行しても、当該導電性粒子の表面には、高導電性金属が高い割合で存在するので、当該導電性粒子の導電性が著しく低下することが防止される。

また、弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質として、付加型液状シリコーンゴムの硬化物であって、その150℃における圧縮永久歪みが10%以下で、かつ、デュロメーターA硬度が10～60のものを用いることにより、多数回にわたって繰り返し使用した場合においても、接続用導電部に永久歪みが発生することが抑制され、これにより、接続用導電部における導電性粒子の連鎖に乱れが生じることが抑制される結果、所要の導電性が一層確実に維持される。

更に、弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質として、デュロメーターA硬度が25～40のものを用いることにより、高温環境下における試験に繰り返し使用した場合にも、接続用導電部に永久歪みが発生することが抑制され、これにより、接続用導電部における導電性粒子の連鎖に乱れが生じることが抑制される結果、長期間にわたって所要の導電性が確実に維持される。

また、フレーム板の異方導電膜配置用孔の各々に配置される弾性異方導電膜は面積が小さいものでよいため、個々の弾性異方導電膜の形成が容易である。しかも、面積の小さい弾性異方導電膜は、熱履歴を受けた場合でも、当該弾性異方導

電膜の面方向における熱膨張の絶対量が少ないため、フレーム板を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、弾性異方導電膜の面方向における熱膨張がフレーム板によって確実に規制される。従って、大面積のウエハに対してWLB I試験を行う場合においても、良好な電氣的接続状態を安定に維持することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る異方導電性コネクタの一例を示す平面図である。

図2は、図1に示す異方導電性コネクタの一部を拡大して示す平面図である。

。

図3は、図1に示す異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を拡大して示す平面図である。

図4は、図1に示す異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を拡大して示す説明用断面図である。

図5は、電気抵抗値Rを測定するための装置の構成を示す説明用断面図である。

。

図6は、弾性異方導電膜成形用の金型に成形材料が塗布されて成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

図7は、弾性異方導電成形用の金型をその一部を拡大して示す説明用断面図である。

図8は、図6に示す金型の上型および下型の間にスペーサーを介してフレーム板が配置された状態を示す説明用断面図である。

図9は、金型の上型と下型の間に、目的とする形態の成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

図10は、図9に示す成形材料層を拡大して示す説明用断面図である。

図11は、図10に示す成形材料層にその厚み方向に強度分布を有する磁場が形成された状態を示す説明用断面図である。

図12は、本発明に係る異方導電性コネクタを使用したウエハ検査装置の一

例における構成を示す説明用断面図である。

図13は、本発明に係るプローブ部材の一例における要部の構成を示す説明用断面図である。

図14は、本発明に係る異方導電性コネクタを使用したウエハ検査装置の他の例における構成を示す説明用断面図である。

図15は、本発明に係る異方導電性コネクタの他の例における弾性異方導電膜を拡大して示す平面図である。

図16は、本発明に係る異方導電性コネクタの更に他の例における弾性異方導電膜を拡大して示す平面図である。

図17は、実施例で使用した試験用ウエハの上面図である。

図18は、図17に示す試験用ウエハに形成された集積回路の被検査電極領域の位置を示す説明図である。

図19は、図17に示す試験用ウエハに形成された集積回路の被検査電極を示す説明図である。

図20は、実施例で作製したフレーム板の上面図である。

図21は、図20に示すフレーム板の一部を拡大して示す説明図である。

図22は、実施例で作製した金型の成形面を拡大して示す説明図である。

図23は、従来の異方導電性コネクタを製造する工程において、金型内にフレーム板が配置されると共に、成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

〔符号の説明〕

- |    |           |    |           |
|----|-----------|----|-----------|
| 1  | プローブ部材    | 2  | 異方導電性コネクタ |
| 3  | 加圧板       | 4  | ウエハ載置台    |
| 5  | 加熱器       | 6  | ウエハ       |
| 7  | 被検査電極     | 10 | フレーム板     |
| 11 | 異方導電膜配置用孔 |    |           |
| 15 | 空気流通孔     |    |           |
| 16 | 位置決め孔     | 20 | 弾性異方導電膜   |

|                |             |
|----------------|-------------|
| 20A 成形材料層      | 21 機能部      |
| 22 接続用導電部      | 23 絶縁部      |
| 24 突出部         | 25 被支持部     |
| 26 非接続用導電部     | 27 突出部      |
| 30 検査用回路基板     | 31 検査電極     |
| 41 絶縁性シート      | 40 シート状コネクタ |
| 42 電極構造体       | 43 表面電極部    |
| 44 裏面電極部       | 45 短絡部      |
| 50 チャンバー       | 51 排気管      |
| 55 Oーリング       |             |
| 60 金型          | 61 上型       |
| 62 基板          | 63 強磁性体層    |
| 64 非磁性体層       | 64a 凹所      |
| 65 下型          | 66 基板       |
| 67 強磁性体層       | 68 非磁性体層    |
| 68a 凹所         |             |
| 69a, 69b スペーサー |             |
| 71 セル          | 72 側壁材      |
| 73 蓋材          | 73H 貫通孔     |
| 74 磁石          | 75 電極部      |
| 76 電気抵抗測定機     |             |
| 80 上型          | 81 強磁性体層    |
| 82 非磁性体層       | 85 下型       |
| 86 強磁性体層       | 87 非磁性体層    |
| 90 フレーム板       | 91 開口       |
| 95 成形材料層       | P 導電性粒子     |

以下、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。

〔異方導電性コネクタ〕

図1は、本発明に係る異方導電性コネクタの一例を示す平面図、図2は、図1に示す異方導電性コネクタの一部を拡大して示す平面図、図3は、図1に示す異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を拡大して示す平面図、図4は、図1に示す異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を拡大して示す説明用断面図である。

図1に示す異方導電性コネクタは、例えば複数の集積回路が形成されたウエハについて当該集積回路の各々の電氣的検査をウエハの状態で行うために用いられるものであって、図2に示すように、それぞれ厚み方向に貫通して伸びる複数の異方導電膜配置用孔11（破線で示す）が形成されたフレーム板10を有する。このフレーム板10の異方導電膜配置用孔11は、検査対象であるウエハに形成された全ての集積回路における被検査電極が配置された電極領域に対応して形成されている。フレーム板10の各異方導電膜配置用孔11内には、厚み方向に導電性を有する弾性異方導電膜20が、当該フレーム板10の当該異方導電膜配置用孔11の周辺部に支持された状態で、かつ、隣接する弾性異方導電膜20と互いに独立した状態で配置されている。また、この例におけるフレーム板10には、後述するウエハ検査装置において、減圧方式の加圧手段を用いる場合に、当該異方導電性コネクタとこれに隣接する部材との間の空気を流通させるための空気流通孔15が形成され、更に、検査対象であるウエハおよび検査用回路基板との位置決めを行うための位置決め孔16が形成されている。

弾性異方導電膜20は、弾性高分子物質によって形成されており、図3に示すように、厚み方向（図3において紙面と垂直な方向）に伸びる複数の接続用導電部22と、この接続用導電部22の各々の周囲に形成され、当該接続用導電部22の各々を相互に絶縁する絶縁部23とよりなる機能部21を有し、当該機能部21は、フレーム板10の異方導電膜配置用孔11に位置するよう配置されている。この機能部21における接続用導電部22は、検査対象であるウエハに形成された集積回路における被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置

され、当該ウエハの検査において、その被検査電極に電氣的に接続されるものである。

機能部 21 の周縁には、フレーム板 10 における異方導電膜配置用孔 11 の周辺部に固定支持された被支持部 25 が、当該機能部 21 に一体に連続して形成されている。具体的には、この例における被支持部 25 は、二股状に形成されており、フレーム板 10 における異方導電膜配置用孔 11 の周辺部を把持するよう密着した状態で固定支持されている。

弾性異方導電膜 20 の機能部 21 における接続用導電部 22 には、図 4 に示すように、磁性を示す導電性粒子 P が厚み方向に並ぶよう配向した状態で密に含有されている。これに対して、絶縁部 23 は、導電性粒子 P が全く或いは殆ど含有されていないものである。この例においては、弾性異方導電膜 20 における被支持部 25 には、導電性粒子 P が含有されている。

また、図示の例では、弾性異方導電膜 20 における機能部 21 の両面には、接続用導電部 22 およびその周辺部分が位置する個所に、それ以外の表面から突出する突出部 24 が形成されている。

フレーム板 10 の厚みは、その材質によって異なるが、 $25 \sim 600 \mu\text{m}$  であることが好ましく、より好ましくは  $40 \sim 400 \mu\text{m}$  である。

この厚みが  $25 \mu\text{m}$  未満である場合には、異方導電性コネクタを使用する際に必要な強度が得られず、耐久性が低いものとなりやすく、また、当該フレーム板 10 の形状が維持される程度の剛性が得られず、異方導電性コネクタの取扱い性が低いものとなる。一方、厚みが  $600 \mu\text{m}$  を超える場合には、異方導電膜配置用孔 11 に形成される弾性異方導電膜 20 は、その厚みが過大なものとなって、接続用導電部 22 における良好な導電性および隣接する接続用導電部 22 間における絶縁性を得ることが困難となることがある。

フレーム板 10 の異方導電膜配置用孔 11 における面方向の形状および寸法は、検査対象であるウエハの被検査電極の寸法、ピッチおよびパターンに応じて設計される。

フレーム板 10 を構成する材料としては、当該フレーム板 10 が容易に変形せ

ず、その形状が安定に維持される程度の剛性を有するものであれば特に限定されず、例えば、金属材料、セラミックス材料、樹脂材料などの種々の材料を用いることができ、フレーム板10を例えば金属材料により構成する場合には、当該フレーム板10の表面に絶縁性被膜が形成されていてもよい。

フレーム板10を構成する金属材料の具体例としては、鉄、銅、ニッケル、クロム、コバルト、マグネシウム、マンガン、モリブデン、インジウム、鉛、パラジウム、チタン、タングステン、アルミニウム、金、白金、銀などの金属またはこれらを2種以上組み合わせた合金若しくは合金鋼などが挙げられる。

フレーム板10を構成する樹脂材料の具体例としては、液晶ポリマー、ポリイミド樹脂などが挙げられる。

また、フレーム板10は、後述する方法により、弾性異方導電膜20における被支持部25に導電性粒子Pを容易に含有させることができる点で、少なくとも異方導電膜配置用孔11の周辺部すなわち弾性異方導電膜20を支持する部分が磁性を示すもの、具体的にはその飽和磁化が $0.1 \text{ Wb/m}^2$  以上のものであることが好ましく、特に、当該フレーム板10の作製が容易な点で、フレーム板10全体が磁性体により構成されていることが好ましい。

このようなフレーム板10を構成する磁性体の具体例としては、鉄、ニッケル、コバルト若しくはこれらの磁性金属の合金またはこれらの磁性金属と他の金属との合金若しくは合金鋼などが挙げられる。

また、異方導電性コネクタをWLB I試験に用いる場合には、フレーム板10を構成する材料としては、線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5}/\text{K}$ 以下のものを用いることが好ましく、より好ましくは $-1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5}/\text{K}$ 、特に好ましくは $1 \times 10^{-6} \sim 8 \times 10^{-6}/\text{K}$ である。

このような材料の具体例としては、インバーなどのインバー型合金、エリンバーなどのエリンバー型合金、スーパーインバー、コバール、42合金などの磁性金属の合金または合金鋼などが挙げられる。

弾性異方導電膜20の全厚（図示の例では接続用導電部22における厚み）は、 $50 \sim 2000 \mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは $70 \sim 1000 \mu\text{m}$



m、特に好ましくは $80 \sim 500 \mu\text{m}$ である。この厚みが $50 \mu\text{m}$ 以上であれば、十分な強度を有する弾性異方導電膜20が確実に得られる。一方、この厚みが $2000 \mu\text{m}$ 以下であれば、所要の導電性特性を有する接続用導電部22が確実に得られる。

突出部24の突出高さは、その合計が当該突出部24における厚みの10%以上であることが好ましく、より好ましくは20%以上である。このような突出高さを有する突出部24を形成することにより、小さい加圧力で接続用導電部22が十分に圧縮されるため、良好な導電性が確実に得られる。

また、突出部24の突出高さは、当該突出部24の最短幅または直径の100%以下であることが好ましく、より好ましくは70%以下である。このような突出高さを有する突出部24を形成することにより、当該突出部24が加圧されたときに座屈することがないため、所期の導電性が確実に得られる。

また、被支持部25の厚み（図示の例では二股部分の一方の厚み）は、 $5 \sim 250 \mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは $10 \sim 150 \mu\text{m}$ 、特に好ましくは $15 \sim 100 \mu\text{m}$ である。

また、被支持部25は二股状に形成されることは必須のことではなく、フレーム板10の一面のみに固定されていてもよい。

弾性異方導電膜20を形成する弾性高分子物質としては、架橋構造を有する耐熱性の高分子物質が好ましい。かかる架橋高分子物質を得るために用いることができる硬化性の高分子物質形成材料としては、種々のを用いることができるが、液状シリコンゴムが好ましい。

液状シリコンゴムは、付加型のものであっても縮合型のものであってもよいが、付加型液状シリコンゴムが好ましい。この付加型液状シリコンゴムは、ビニル基とSi-H結合との反応によって硬化するものであって、ビニル基およびSi-H結合の両方を含有するポリシロキサンからなる一液型（一成分型）のものと、ビニル基を含有するポリシロキサンおよびSi-H結合を含有するポリシロキサンからなる二液型（二成分型）のものがあるが、本発明においては、二液型の付加型液状シリコンゴムを用いることが好ましい。

付加型液状シリコーンゴムとしては、その23℃における粘度が100～1,250 Pa・sのものを好ましく、さらに好ましくは150～800 Pa・s、特に好ましくは250～500 Pa・sのものである。この粘度が100 Pa・s未満である場合には、後述する弾性異方導電膜20を得るための成形材料において、当該付加型液状シリコーンゴム中における導電性粒子の沈降が生じやすく、良好な保存安定性が得られず、また、成形材料層に平行磁場を作用させたときに、導電性粒子が厚み方向に並ぶよう配向せず、均一な状態で導電性粒子の連鎖を形成することが困難となることがある。一方、この粘度が1,250 Pa・sを超える場合には、得られる成形材料が粘度の高いものとなるため、金型内に成形材料層を形成しにくいものとなることもあり、また、成形材料層に平行磁場を作用させても、導電性粒子が十分に移動せず、そのため、導電性粒子を厚み方向に並ぶよう配向させることが困難となることがある。

このような付加型液状シリコーンゴムの粘度は、B型粘度計によって測定することができる。

弾性異方導電膜20を液状シリコーンゴムの硬化物（以下、「シリコーンゴム硬化物」という。）によって形成する場合において、当該シリコーンゴム硬化物は、その150℃における圧縮永久歪みが10%以下であることが好ましく、より好ましくは8%以下、さらに好ましくは6%以下である。この圧縮永久歪みが10%を超える場合には、得られる異方導電性コネクタを多数回にわたって繰り返し使用したとき或いは高温環境下において繰り返し使用したときには、接続用導電部22に永久歪みが発生しやすく、これにより、接続用導電部22における導電性粒子の連鎖に乱れが生じる結果、所要の導電性を維持することが困難となる。

ここで、シリコーンゴム硬化物の圧縮永久歪みは、JIS K 6249に準拠した方法によって測定することができる。

また、弾性異方導電膜20を形成するシリコーンゴム硬化物は、その23℃におけるデュロメーターA硬度が10～60のものであることが好ましく、さらに好ましくは15～60、特に好ましくは20～60のものである。このデュロメ

ーターA硬度が10未満である場合には、加圧されたときに、接続用導電部22を相互に絶縁する絶縁部23が過度に歪みやすく、接続用導電部22間の所要の絶縁性を維持することが困難となることがある。一方、このデュロメーターA硬度が60を超える場合には、接続用導電部22に適正な歪みを与えるために相対に大きい荷重による加圧力が必要となるため、例えば検査対象であるウエハに大きな変形や破壊が生じやすくなる。

また、シリコンゴム硬化物として、デュロメーターA硬度が上記の範囲外のものを用いる場合には、得られる異方導電性コネクタを多数回にわたって繰り返し使用したときときには、接続用導電部22に永久歪みが発生しやすく、これにより、接続用導電部22における導電性粒子の連鎖に乱れが生じる結果、所要の導電性を維持することが困難となる。

更に、異方導電性コネクタを高温環境下における試験例えばWLB I試験に用いる場合には、弾性異方導電膜20を形成するシリコンゴム硬化物は、その23℃におけるデュロメーターA硬度が25～40のものであることが好ましい。

シリコンゴム硬化物として、デュロメーターA硬度が上記の範囲外のものを用いる場合には、得られる異方導電性コネクタを高温環境下における試験に繰り返し使用したときときには、接続用導電部22に永久歪みが発生しやすく、これにより、接続用導電部22における導電性粒子の連鎖に乱れが生じる結果、所要の導電性を維持することが困難となる。

ここで、シリコンゴム硬化物のデュロメーターA硬度は、JIS K 6249に準拠した方法によって測定することができる。

また、弾性異方導電膜20を形成するシリコンゴム硬化物は、その23℃における引き裂き強度が8 kN/m以上のものであることが好ましく、さらに好ましくは10 kN/m以上、より好ましくは15 kN/m以上、特に好ましくは20 kN/m以上のものである。この引き裂き強度が8 kN/m未満である場合には、弾性異方導電膜20に過度の歪みを与えられたときに、耐久性の低下を起こしやすい。

ここで、シリコーンゴム硬化物の引き裂き強度は、JIS K 6249に準拠した方法によって測定することができる。

このような特性を有する付加型液状シリコーンゴムとしては、信越化学工業株式会社製の液状シリコーンゴム「KE2000」シリーズ、「KE1950」シリーズとして市販されているものを用いることができる。

本発明においては、付加型液状シリコーンゴムを硬化させるために適宜の硬化触媒を用いることができる。このような硬化触媒としては、白金系のものを用いることができ、その具体例としては、塩化白金酸およびその塩、白金-不飽和基含有シロキサンコンプレックス、ビニルシロキサンと白金とのコンプレックス、白金と1,3-ジビニルテトラメチルジシロキサンとのコンプレックス、トリオルガノホスフィンあるいはホスファイトと白金とのコンプレックス、アセチルアセテート白金キレート、環状ジエンと白金とのコンプレックスなどの公知のものが挙げられる。

硬化触媒の使用量は、硬化触媒の種類、その他の硬化処理条件を考慮して適宜選択されるが、通常、付加型液状シリコーンゴム100重量部に対して3～15重量部である。

また、付加型液状シリコーンゴム中には、付加型液状シリコーンゴムのチクソトロピー性の向上、粘度調整、導電性粒子の分散安定性の向上、或いは高い強度を有する基材を得ることなどを目的として、必要に応じて、通常のシリカ粉、コロイダルシリカ、エアロゲルシリカ、アルミナなどの無機充填材を含有させることができる。

このような無機充填材の使用量は、特に限定されるものではないが、多量に使用すると、磁場による導電性粒子の配向を十分に達成することができなくなるため、好ましくない。

弾性異方導電膜20における接続用導電部22および被支持部25に含有される導電性粒子Pとしては、磁性を示す芯粒子（以下、「磁性芯粒子」ともいう。）の表面に高導電性金属が被覆されてなるものが用いられる。

導電性粒子Pを得るための磁性芯粒子は、その数平均粒子径が3～40 $\mu$ mの

ものであることが好ましい。

ここで、磁性芯粒子の数平均粒子径は、レーザー回折散乱法によって測定されたものをいう。

上記数平均粒子径が  $3\ \mu\text{m}$  以上であれば、加圧変形が容易で、抵抗値が低くて接続信頼性の高い接続用導電部 22 が得られやすい。一方、上記数平均粒子径が  $40\ \mu\text{m}$  以下であれば、微細な接続用導電部 22 を容易に形成することができ、また、得られる接続用導電部 22 は、安定な導電性を有するものとなりやすい。

また、磁性芯粒子は、その BET 比表面積が  $10\sim500\text{m}^2/\text{kg}$  であることが好ましく、より好ましくは  $20\sim500\text{m}^2/\text{kg}$ 、特に好ましくは  $50\sim400\text{m}^2/\text{kg}$  である。

この BET 比表面積が  $10\text{m}^2/\text{kg}$  以上であれば、当該磁性芯粒子はメッキ可能な領域が十分に大きいものであるため、当該磁性芯粒子に所要の量のメッキを確実に行うことができ、従って、導電性の大きい導電性粒子 P を得ることができると共に、当該導電性粒子 P 間において、接触面積が十分に大きいため、安定で高い導電性が得られる。一方、この BET 比表面積が  $500\text{m}^2/\text{kg}$  以下であれば、当該磁性芯粒子が脆弱なものとならず、物理的な応力が加わった際に破壊することが少なく、安定で高い導電性が保持される。

また、磁性芯粒子は、その粒子径の変動係数が 50% 以下のものであることが好ましく、より好ましくは 40% 以下、更に好ましくは 30% 以下、特に好ましくは 20% 以下のものである。

ここで、粒子径の変動係数は、式： $(\sigma/D_n) \times 100$ （但し、 $\sigma$  は、粒子径の標準偏差の値を示し、 $D_n$  は、粒子の数平均粒子径を示す。）によって求められるものである。

上記粒子径の変動係数が 50% 以下であれば、粒子径の均一性が大きいため、導電性のバラツキの小さい接続用導電部 22 を形成することかできる。

磁性芯粒子を構成する材料としては、鉄、ニッケル、コバルト、これらの金属を銅、樹脂によってコーティングしたものなどを用いことができるが、その飽和磁化が  $0.1\text{Wb}/\text{m}^2$  以上のものを好ましく用いることができ、より好ましく

は  $0.3 \text{ Wb/m}^2$  以上、特に好ましくは  $0.5 \text{ Wb/m}^2$  以上のものであり、具体的には、鉄、ニッケル、コバルトまたはそれらの合金などが挙げられる。

この飽和磁化が  $0.1 \text{ Wb/m}^2$  以上であれば、後述する方法によって、当該弾性異方導電膜20を形成するための成形材料層中において導電性粒子Pを容易に移動させることができ、これにより、当該成形材料層における接続用導電部となる部分に、導電性粒子Pを確実に移動させて導電性粒子Pの連鎖を形成することができる。

接続用導電部22を得るために用いられる導電性粒子Pは、上記の磁性芯粒子の表面に高導電性金属が被覆されてなるものである。

ここで、「高導電性金属」とは、 $0^\circ\text{C}$ における導電率が  $5 \times 10^8 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$  以上のものをいう。

このような高導電性金属としては、金、銀、ロジウム、白金、クロムなどを用いることができ、これらの中では、化学的に安定でかつ高い導電率を有する点で金を用いるが好ましい。

導電性粒子Pは、芯粒子に対する高導電性金属の割合〔(高導電性金属の質量/芯粒子の質量)  $\times 100$ 〕が15質量%以上とされ、好ましくは25～35質量%とされる。

高導電性金属の割合が15質量%未満である場合には、得られる異方導電性コネクタを高温環境下に繰り返し使用したとき、当該導電性粒子Pの導電性が著しく低下する結果、所要の導電性を維持することができない。

また、導電性粒子Pは、下記の式(1)によって算出される、高導電性金属による被覆層の厚み  $t$  が  $50 \text{ nm}$  以上のものとされ、好ましくは  $100 \sim 200 \text{ nm}$  のものとされる。

$$\text{式(1)} \quad t = [1 / (S_w \cdot \rho)] \times [N / (1 - N)]$$

〔但し、 $t$  は高導電性金属による被覆層の厚み (m)、 $S_w$  は芯粒子のBET比表面積 ( $\text{m}^2 / \text{kg}$ )、 $\rho$  は高導電性金属の比重 ( $\text{kg} / \text{m}^3$ )、 $N$  は(高導電性金属の重量/導電性粒子全体の重量)の値を示す。〕

上記の数式は、次のようにして導かれたものである。

(i) 磁性芯粒子の重量を $M_p$  (kg) とすると、磁性芯粒子の表面積 $S$  ( $m^2$ ) は、

$$S = S_w \cdot M_p \quad \dots\dots\dots \text{式 (2)}$$

によって求められる。

(ii) 高導電性金属による被覆層の重量を $m$  (kg) とすると、当該被覆層の体積 $V$  ( $m^3$ ) は、

$$V = m / \rho \quad \dots\dots\dots \text{式 (3)}$$

によって求められる。

(iii) ここで、被覆層の厚みが導電性粒子の表面全体にわたって均一なものであると仮定すると、 $t = V / S$ であり、これに上記式(2)および式(3)を代入すると、被覆層の厚み $t$ は、

$$t = (m / \rho) / (S_w \cdot M_p) = m / (S_w \cdot \rho \cdot M_p) \quad \dots\dots\dots \text{式 (4)}$$

によって求められる。

(iv) また、 $N$ は、導電性粒子全体の質量に対する被覆層の質量の比であるから、この $N$ の値は、

$$N = m / (M_p + m) \quad \dots\dots\dots \text{式 (5)}$$

によって求められる。

(v) この式(5)の右辺における分子・分母を $M_p$ で割ると、

$N = (m / M_p) / (1 + m / M_p)$ となり、両辺に $(1 + m / M_p)$ をかけると、

$$N (1 + m / M_p) = m / M_p \text{、更には、}$$

$$N + N (m / M_p) = m / M_p \text{となり、} N (m / M_p) \text{を右辺に移行すると、}$$

$$N = m / M_p - N (m / M_p) = (m / M_p) (1 - N) \text{となり、両辺を} (1 - N) \text{で割ると、}$$

$$N / (1 - N) = m / M_p \text{となり、}$$

従って、磁性芯粒子の重量 $M_p$ は、

$$M_p = m / [N / (1 - N)] = m (1 - N) / N \quad \dots\dots\dots \text{式 (6)}$$

によって求められる。

(vi) そして、式(4)に式(6)を代入すると、

$$\begin{aligned} t &= 1 / [S_w \cdot \rho \cdot (1 - N) / N] \\ &= [1 / (S_w \cdot \rho)] \times [N / (1 - N)] \end{aligned}$$

が導かれる。

この被覆層の厚み  $t$  が  $50 \text{ nm}$  以上であれば、当該異方導電性コネクタを高温度環境下に繰り返し使用した場合において、磁性芯粒子を構成する強磁性体が被覆層を構成する高導電性金属中に移行しても、当該導電性粒子  $P$  の表面には、高導電性金属が高い割合で存在するので、当該導電性粒子  $P$  の導電性が著しく低下することがなく、所期の導電性が維持される。

また、導電性粒子  $P$  は、その  $BET$  比表面積が  $10 \sim 500 \text{ m}^2 / \text{kg}$  であることが好ましい。

この  $BET$  比表面積が  $10 \text{ m}^2 / \text{kg}$  以上であれば、被覆層の表面積が十分に大きいものであるため、高導電性金属の総重量が大きい被覆層を形成することができ、従って、導電性の大きい粒子を得ることができると共に、当該導電性粒子  $P$  間において、接触面積が十分に大きいため、安定で高い導電性が得られる。一方、この  $BET$  比表面積が  $500 \text{ m}^2 / \text{kg}$  以下であれば、当該導電性粒子が脆弱なものとならず、物理的な応力が加わった際に破壊することが少なく、安定で高い導電性が保持される。

また、導電性粒子  $P$  の数平均粒子径は、 $3 \sim 40 \text{ }\mu\text{m}$  であることが好ましく、より好ましくは  $6 \sim 25 \text{ }\mu\text{m}$  である。

このような導電性粒子  $P$  を用いることにより、得られる弾性異方導電膜  $20$  は、加圧変形が容易なものとなり、また、当該弾性異方導電膜  $20$  における接続用導電部  $22$  において導電性粒子  $P$  間に十分な電氣的接触が得られる。

また、導電性粒子  $P$  の形状は、特に限定されるものではないが、高分子物質形成材料中に容易に分散させることができる点で、球状のもの、星形状のものあるいはこれらが凝集した二次粒子による塊状のものであることが好ましい。

また、導電性粒子  $P$  は、下記に示す電気抵抗値  $R$  が  $0.3 \text{ }\Omega$  以下となるものであることが好ましく、より好ましくは  $0.1 \text{ }\Omega$  以下のものである。



電気抵抗値  $R$  : 導電性粒子 0.6 g と液状ゴム 0.8 g とを混練することによってペースト組成物を調製し、このペースト組成物を、0.5 mm の離間距離で互いに対向するよう配置された、それぞれ径が 1 mm の一対の電極間に配置し、当該一対の電極間に 0.3 T の磁場を作用させ、この状態で当該一対の電極間の電気抵抗値が安定するまで放置したときの当該電気抵抗値。

具体的には、この電気抵抗値  $R$  は、以下のようにして測定される。

図 5 は、電気抵抗値  $R$  を測定するための装置であり、71 は試料室  $S$  を形成するセラミック製のセルであって、筒状の側壁材 72 と、それぞれ中央に貫通孔 73H を有する一対の蓋材 73 とにより構成されている。74 は導電性を有する一対の磁石であって、それぞれ表面から突出する、蓋材 73 の貫通孔 73H に適合する形状の電極部 75 を有し、この電極部 75 が蓋材 73 の貫通孔 73H に嵌合された状態で、当該蓋材 73 に固定されている。76 は電気抵抗測定機であって、一対の磁石 74 の各々に接続されている。セル 71 の試料室  $S$  は、直径  $d_1$  が 3 mm、厚み  $d_2$  が 0.5 mm の円板状であり、蓋材 73 の貫通孔 73H の内径すなわち磁石 74 の電極部 75 の直径  $r$  は 1 mm である。

そして、セル 71 の試料室  $S$  に、上記のペースト組成物を充填し、磁石 74 の電極部 75 間に当該試料室  $S$  の厚み方向に 0.3 T の平行磁場を作用させながら、電気抵抗測定機 76 によって磁石 74 の電極部 75 間の電気抵抗値を測定する。その結果、ペースト組成物中に分散されていた導電性粒子が、平行磁場の作用により磁石 74 の電極部 75 間に集合し、更には厚み方向に並ぶよう配向し、この導電性粒子の移動に伴って、磁石 74 の電極部 75 間の電気抵抗値が低下した後安定状態となり、このときの電気抵抗値を測定する。ペースト組成物に平行磁場を作用させてから、磁石 74 の電極部 75 間の電気抵抗値が安定状態に達するまでの時間は、導電性粒子の種類によって異なるが、通常、ペースト組成物に平行磁場を作用させてから 500 秒間経過した後における電気抵抗値を電気抵抗値  $R$  として測定する。

この電気抵抗値  $R$  が 0.3  $\Omega$  以下であれば、高い導電性を有する接続用導電部 22 が確実に得られる。

導電性粒子Pの含水率は、5質量%以下であることが好ましく、より好ましくは3質量%以下、さらに好ましくは2質量%以下、特に好ましくは1質量%以下である。このような条件を満足することにより、成形材料の調製または弾性異方導電膜20の形成において、硬化処理する際に気泡が生ずることが防止または抑制される。

また、導電性粒子Pは、その表面がシランカップリング剤などのカップリング剤で処理されたものあってもよい。導電性粒子Pの表面がカップリング剤で処理されることにより、当該導電性粒子Pと弾性高分子物質との接着性が高くなり、その結果、得られる弾性異方導電膜20は、繰り返しの使用における耐久性が高いものとなる。

カップリング剤の使用量は、導電性粒子Pの導電性に影響を与えない範囲で適宜選択されるが、導電性粒子Pの表面におけるカップリング剤の被覆割合（導電性粒子の表面積に対するカップリング剤の被覆面積の割合）が5%以上となる量であることが好ましく、より好ましくは上記被覆率が7～100%、さらに好ましくは10～100%、特に好ましくは20～100%となる量である。

このような導電性粒子Pは、例えば以下の方法によって得ることができる。

まず、強磁性体材料を常法により粒子化し或いは市販の強磁性体粒子を用意し、この粒子に対して分級処理を行うことにより、所要の粒子径を有する磁性芯粒子を調製する。

ここで、粒子の分級処理は、例えば空気分級装置、音波ふるい装置などの分級装置によって行うことができる。

また、分級処理の具体的な条件は、目的とする磁性芯粒子の数平均粒子径、分級装置の種類などに応じて適宜設定される。

次いで、磁性芯粒子の表面を酸によって処理し、更に、例えば純水によって洗浄することにより、磁性芯粒子の表面に存在する汚れ、異物、酸化膜などの不純物を除去し、その後、当該磁性芯粒子の表面に高導電性金属を被覆することによって、導電性粒子が得られる。

ここで、磁性芯粒子の表面を処理するために用いられる酸としては、塩酸など

を挙げることができる。

高導電性金属を磁性芯粒子の表面に被覆する方法としては、無電解メッキ法、置換メッキ法等を用いることができるが、これらの方法に限定されるものではない。

無電解メッキ法または置換メッキ法によって導電性粒子を製造する方法について説明すると、先ず、メッキ液中に、酸処理および洗浄処理された磁性芯粒子を添加してスラリーを調製し、このスラリーを攪拌しながら当該磁性芯粒子の無電解メッキまたは置換メッキを行う。次いで、スラリー中の粒子をメッキ液から分離し、その後、当該粒子を例えば純水によって洗浄処理することにより、磁性芯粒子の表面に高導電性金属が被覆されてなる導電性粒子が得られる。

また、磁性芯粒子の表面に下地メッキを行って下地メッキ層を形成した後、当該下地メッキ層の表面に高導電性金属よりなるメッキ層を形成してもよい。下地メッキ層およびその表面に形成されるメッキ層を形成する方法は、特に限定されないが、無電解メッキ法により、磁性芯粒子の表面に下地メッキ層を形成し、その後、置換メッキ法により、下地メッキ層の表面に高導電性金属よりなるメッキ層を形成することが好ましい。

無電解メッキまたは置換メッキに用いられるメッキ液としては、特に限定されるものではなく、種々の市販のものを用いることができる。

また、磁性芯粒子の表面に高導電性金属を被覆する際に、粒子が凝集することにより、粒子径の大きい導電性粒子が発生することがあるため、必要に応じて、導電性粒子の分級処理を行うことが好ましく、これにより、所期の粒子径を有する導電性粒子が確実に得られる。

導電性粒子の分級処理を行うための分級装置としては、前述の磁性芯粒子を調製するための分級処理に用いられる分級装置として例示したものを挙げることができる。

機能部21の接続用導電部22における導電性粒子Pの含有割合は、体積分率で10～60%、好ましくは15～50%となる割合で用いられることが好ましい。この割合が10%未満の場合には、十分に電気抵抗値の小さい接続用導電部

22が得られないことがある。一方、この割合が60%を超える場合には、得られる接続用導電部22は脆弱なものとなりやすく、接続用導電部22として必要な弾性が得られないことがある。

また、被支持部25における導電性粒子Pの含有割合は、弾性異方導電膜20を形成するための成形材料中の導電性粒子の含有割合によって異なるが、弾性異方導電膜20における接続用導電部22のうち最も外側に位置する接続用導電部22に、過剰な量の導電性粒子Pが含有されることが確実に防止される点で、成形材料中の導電性粒子の含有割合と同等若しくはそれ以上であることが好ましく、また、十分な強度を有する被支持部25が得られる点で、体積分率で30%以下であることが好ましい。

上記の異方導電性コネクタは、例えば以下のようにして製造することができる。

まず、検査対象であるウエハに形成された全ての集積回路における被検査電極が配置された電極領域に対応して異方導電膜配置用孔11が形成された磁性金属よりなるフレーム板10を作製する。ここで、フレーム板10の異方導電膜配置用孔11を形成する方法としては、例えばエッチング法などを利用することができる。

次いで、硬化されて弾性高分子物質となる高分子物質形成材料好ましくは付加型液状シリコーンゴム中に、磁性を示す導電性粒子が分散されてなる導電性ペースト組成物を調製する。そして、図6に示すように、弾性異方導電性膜成形用の金型60を用意し、この金型60における上型61および下型65の各々の成形面に、弾性異方導電膜用の成形材料として上記の導電性ペースト組成物を、所要のパターンすなわち形成すべき弾性異方導電膜の配置パターンに従って塗布することによって成形材料層20Aを形成する。

ここで、金型60について具体的に説明すると、この金型60は、上型61およびこれと対となる下型65が互いに対向するよう配置されて構成されている。

上型61においては、図7に拡大して示すように、基板62の下面に、成形すべき弾性異方導電性膜20の接続用導電部22の配置パターンに対掌なパターン

に従って強磁性体層 63 が形成され、この強磁性体層 63 以外の個所には、非磁性体層 64 が形成されており、これらの強磁性体層 63 および非磁性体層 64 によって成形面が形成されている。また、上型 61 の成形面には、成形すべき弾性異方導電膜 20 における突出部 24 に対応して凹所 64a が形成されている。

一方、下型 65 においては、基板 66 の上面に、成形すべき弾性異方導電膜 20 の接続用導電部 22 の配置パターンと同一のパターンに従って強磁性体層 67 が形成され、この強磁性体層 67 以外の個所には、非磁性体層 68 が形成されており、これらの強磁性体層 67 および非磁性体層 68 によって成形面が形成されている。また、下型 65 の成形面には、成形すべき弾性異方導電膜 20 における突出部 24 に対応して凹所 68a が形成されている。

上型 61 および下型 65 の各々における基板 62, 66 は、強磁性体により構成されていることが好ましく、このような強磁性体の具体例としては、鉄、鉄-ニッケル合金、鉄-コバルト合金、ニッケル、コバルトなどの強磁性金属が挙げられる。この基板 62, 66 は、その厚みが 0.1~50mm であることが好ましく、表面が平滑で、化学的に脱脂処理され、また、機械的に研磨処理されたものであることが好ましい。

また、上型 61 および下型 65 の各々における強磁性体層 63, 67 を構成する材料としては、鉄、鉄-ニッケル合金、鉄-コバルト合金、ニッケル、コバルトなどの強磁性金属を用いることができる。この強磁性体層 63, 67 は、その厚みが 10  $\mu$ m 以上であることが好ましい。この厚みが 10  $\mu$ m 以上であれば、成形材料層 20A に対して、十分な強度分布を有する磁場を作用させることができ、この結果、当該成形材料層 20A における接続用導電部 22 となる部分に導電性粒子を高密度に集合させることができ、良好な導電性を有する接続用導電部 22 が得られる。

また、上型 61 および下型 65 の各々における非磁性体層 64, 68 を構成する材料としては、銅などの非磁性金属、耐熱性を有する高分子物質などを用いることができるが、フォトリソグラフィの手法により容易に非磁性体層 64, 68 を形成することができる点で、放射線によって硬化された高分子物質を好まし

く用いることができ、その材料としては、例えばアクリル系のドライフィルムレジスト、エポキシ系の液状レジスト、ポリイミド系の液状レジストなどのフォトリジストを用いることができる。

上型61および下型65の成形面に成形材料を塗布する方法としては、スクリーン印刷法を用いることが好ましい。このような方法によれば、成形材料を所要のパターンに従って塗布することが容易で、しかも、適量の成形材料を塗布することができる。

次いで、図8に示すように、成形材料層20Aが形成された下型65の成形面上に、スペーサー69aを介して、フレーム板10を位置合わせして配置すると共に、このフレーム板10上に、スペーサー69bを介して、成形材料層20Aが形成された上型61を位置合わせして配置し、更に、これらを重ね合わせることで、図9に示すように、上型61と下型65との間に、目的とする形態（形成すべき弾性異方導電膜20の形態）の成形材料層20Aが形成される。この成形材料層20Aにおいては、図10に示すように、導電性粒子Pは成形材料層20A全体に分散された状態で含有されている。

このようにフレーム板10と上型61および下型65との間にスペーサー69a、69bを配置することにより、目的とする形態の弾性異方導電膜を形成することができると共に、隣接する弾性異方導電膜同士が連結することが防止されるため、互いに独立した多数の弾性異方導電膜を確実に形成することができる。

その後、上型61における基板62の上面および下型65における基板66の下面に例えば一対の電磁石を配置してこれを作動させることにより、上型61および下型65が強磁性体層63、67を有するため、上型61の強磁性体層63とこれに対応する下型65の強磁性体層67との間においてその周辺領域より大きい強度を有する磁場が形成される。その結果、成形材料層20Aにおいては、当該成形材料層20A中に分散されていた導電性粒子Pが、図11に示すように、上型61の強磁性体層63とこれに対応する下型65の強磁性体層67との間に位置する接続用導電部22となる部分に集合して厚み方向に並ぶよう配向する。以上において、フレーム板10が磁性金属よりなるため、上型61および下型

65の各々とフレーム板10との間においてその付近より大きい強度の磁場が形成される結果、成形材料層20Aにおけるフレーム板10の上方および下方にある導電性粒子Pは、上型61の強磁性体層63と下型65の強磁性体層67との間に集合せず、フレーム板10の上方および下方に保持されたままとなる。

そして、この状態において、成形材料層20Aを硬化処理することにより、弾性高分子物質中に導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されてなる複数の接続用導電部22が、導電性粒子Pが全く或いは殆ど存在しない高分子弾性物質よりなる絶縁部23によって相互に絶縁された状態で配置されてなる機能部21と、この機能部21の周辺に連続して一体に形成された、弾性高分子物質中に導電性粒子Pが含有されてなる被支持部25とよりなる弾性異方導電膜20が、フレーム板10の異方導電膜配置用孔11の周辺部に当該被支持部25が固定された状態で形成され、以て異方導電性コネクタが製造される。

以上において、成形材料層20Aにおける接続用導電部22となる部分および被支持部25となる部分に作用させる外部磁場の強度は、平均で0.1～2.5テスラとなる大きさが好ましい。

成形材料層20Aの硬化処理は、使用される材料によって適宜選定されるが、通常、加熱処理によって行われる。加熱により成形材料層20Aの硬化処理を行う場合には、電磁石にヒーターを設ければよい。具体的な加熱温度および加熱時間は、成形材料層20Aを構成する高分子物質形成材料などの種類、導電性粒子Pの移動に要する時間などを考慮して適宜選定される。

上記の異方導電性コネクタによれば、弾性異方導電膜20には、接続用導電部22を有する機能部21の周縁に被支持部25が形成されており、この被支持部25がフレーム板10の異方導電膜配置用孔11の周辺部に固定されているため、変形しにくくて取扱いやすく、検査対象であるウエハとの電氣的接続作業において、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができる。

また、弾性異方導電膜20における接続用導電部22に含有された導電性粒子Pは、その高導電性金属の割合が芯粒子に対して15質量%以上で、当該高導電

性金属による被覆層の厚み  $t$  が  $50\text{ nm}$  以上であるため、多数回にわたって繰り返し使用した場合においても、導電性粒子  $P$  における芯粒子が表面に露出することが抑制され、その結果、所要の導電性を確実に維持することができる。

また、高温環境下において繰り返し使用した場合において、導電性粒子  $P$  における芯粒子を構成する材料が高導電性金属中に移行しても、当該導電性粒子の表面には、高導電性金属が高い割合で存在するので、当該導電性粒子の導電性が著しく低下することを防止することができる。

また、弾性異方導電膜  $20$  を形成する弾性高分子物質として、付加型液状シリコーンゴムの硬化物であって、その  $150^\circ\text{C}$  における圧縮永久歪みが  $10\%$  以下で、かつ、デュロメーター  $A$  硬度が  $10\sim60$  のものを用いることにより、多数回にわたって繰り返し使用した場合においても、接続用導電部  $22$  に永久歪みが発生することが抑制され、これにより、接続用導電部  $22$  における導電性粒子の連鎖に乱れが生じることが抑制される結果、所要の導電性を一層確実に維持することができる。

更に、弾性異方導電膜  $20$  を形成する弾性高分子物質として、デュロメーター  $A$  硬度が  $25\sim40$  のものを用いることにより、高温環境下における試験例えば  $WLB$  試験に繰り返し使用した場合にも、接続用導電部  $22$  に永久歪みが発生することが抑制され、これにより、接続用導電部  $22$  における導電性粒子の連鎖に乱れが生じることが抑制される結果、長期間にわたって所要の導電性を確実に維持することができる。

また、フレーム板  $10$  の異方導電膜配置用孔  $11$  の各々は、検査対象であるウエハに形成された全ての集積回路の被検査電極が配置された電極領域に対応して形成されており、当該異方導電膜配置用孔  $11$  の各々に配置される弾性異方導電膜  $20$  は面積が小さいものでよいため、個々の弾性異方導電膜  $20$  の形成が容易である。しかも、面積の小さい弾性異方導電膜  $20$  は、熱履歴を受けた場合でも、当該弾性異方導電膜  $20$  の面方向における熱膨張の絶対量が少ないため、フレーム板  $10$  を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、弾性異方導電膜  $20$  の面方向における熱膨張がフレーム板によって確実に規制



される。従って、大面積のウエハに対してWLB I試験を行う場合においても、良好な電氣的接続状態を安定に維持することができる。

また、上記の異方導電性コネクタは、その弾性異方導電膜20の形成において、成形材料層20Aにおける被支持部25となる部分に例えば磁場を作用させることによって当該部分に導電性粒子Pが存在したままの状態、当該成形材料層20Aの硬化処理を行うことにより得られるため、成形材料層20Aにおける被支持部25となる部分すなわちフレーム板10における異方導電膜配置用孔11の周辺部の上方および下方に位置する部分に存在する導電性粒子Pが、接続用導電部22となる部分に集合することがなく、その結果、得られる弾性異方導電膜20における接続用導電部22のうち最も外側に位置する接続用導電部22に、過剰な量の導電性粒子Pが含有されることが防止される。従って、成形材料層20A中の導電性粒子Pの含有量を少なくする必要もないので、弾性異方導電膜20の全ての接続用導電部22について、良好な導電性が確実に得られると共に隣接する接続用導電部22との絶縁性が確実に得られる。

また、フレーム板10に位置決め孔16が形成されているため、検査対象であるウエハまたは検査用回路基板に対する位置合わせを容易に行うことができる。

また、フレーム板10に空気流通孔15が形成されているため、後述するウエハ検査装置において、プローブ部材を押圧する手段として減圧方式によるものを利用した場合には、チャンバー内を減圧したときに、異方導電性コネクタと検査用回路基板との間に存在する空気がフレーム板10の空気流通孔15を介して排出され、これにより、異方導電性コネクタと検査用回路基板とを確実に密着させることができるので、所要の電氣的接続を確実に達成することができる。

#### 〔ウエハ検査装置〕

図12は、本発明に係る異方導電性コネクタを用いたウエハ検査装置の一例における構成の概略を示す説明用断面図である。このウエハ検査装置は、ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うためのものである。

図12に示すウエハ検査装置は、検査対象であるウエハ6の被検査電極7の各

々とテスターとの電氣的接続を行うプローブ部材1を有する。このプローブ部材1においては、図13にも拡大して示すように、検査対象であるウエハ6の被検査電極7のパターンに対応するパターンに従って複数の検査電極31が表面（図において下面）形成された検査用回路基板30を有し、この検査用回路基板30の表面には、図1～図4に示す構成の異方導電性コネクタ2が、その弾性異方導電膜20における接続用導電部22の各々が検査用回路基板30の検査電極31の各々に対接するよう設けられ、この異方導電性コネクタ2の表面（図において下面）には、絶縁性シート41に検査対象であるウエハ6の被検査電極7のパターンに対応するパターンに従って複数の電極構造体42が配置されてなるシート状コネクタ40が、当該電極構造体42の各々が異方導電性コネクタ2の弾性異方導電膜20における接続用導電部22の各々に対接するよう設けられている。

また、プローブ部材1における検査用回路基板30の裏面（図において上面）には、当該プローブ部材1を下方に加圧する加圧板3が設けられ、プローブ部材1の下方には、検査対象であるウエハ6が載置されるウエハ載置台4が設けられており、加圧板3およびウエハ載置台4の各々には、加熱器5が接続されている。

検査用回路基板30を構成する基板材料としては、従来公知の種々の基板材料を用いることができ、その具体例としては、ガラス繊維補強型エポキシ樹脂、ガラス繊維補強型フェノール樹脂、ガラス繊維補強型ポリイミド樹脂、ガラス繊維補強型ビスマレイミドトリアジン樹脂等の複合樹脂材料、ガラス、二酸化珪素、アルミナ等のセラミックス材料などが挙げられる。

また、WLB I試験を行うためのウエハ検査装置を構成する場合には、線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5}/K$ 以下のものを用いることが好ましく、より好ましくは $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5}/K$ 、特に好ましくは $1 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-6}/K$ である。

このような基板材料の具体例としては、パイレックス（登録商標）ガラス、石英ガラス、アルミナ、ベリリア、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素な

どが挙げられる。

プローブ部材1におけるシート状コネクタ40について具体的に説明すると、このシート状コネクタ40は、柔軟な絶縁性シート41を有し、この絶縁性シート41には、当該絶縁性シート41の厚み方向に伸びる複数の金属よりなる電極構造体42が、検査対象であるウエハ6の被検査電極7のパターンに対応するパターンに従って、当該絶縁性シート41の面方向に互いに離間して配置されている。

電極構造体42の各々は、絶縁性シート41の表面（図において下面）に露出する突起状の表面電極部43と、絶縁性シート41の裏面に露出する板状の裏面電極部44とが、絶縁性シート41の厚み方向に貫通して伸びる短絡部45によって互いに一体に連結されて構成されている。

絶縁性シート41としては、絶縁性を有する柔軟なものであれば特に限定されるものではなく、例えばポリイミド樹脂、液晶ポリマー、ポリエステル、フッ素系樹脂などよりなる樹脂シート、繊維を編んだクロスに上記の樹脂を含浸したシートなどを用いることができる。

また、絶縁性シート41の厚みは、当該絶縁性シート41が柔軟なものであれば特に限定されないが、 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは $10 \sim 25 \mu\text{m}$ である。

電極構造体42を構成する金属としては、ニッケル、銅、金、銀、パラジウム、鉄などを用いることができ、電極構造体42としては、全体が単一の金属よりなるものであっても、2種以上の金属の合金よりなるものまたは2種以上の金属が積層されてなるものであってもよい。

また、電極構造体42における表面電極部43および裏面電極部44の表面には、当該電極部の酸化が防止されると共に、接触抵抗の小さい電極部が得られる点で、金、銀、パラジウムなどの化学的に安定で高導電性を有する金属被膜が形成されていることが好ましい。

電極構造体42における表面電極部43の突出高さは、ウエハ6の被検査電極7に対して安定な電氣的接続を達成することができる点で、 $15 \sim 50 \mu\text{m}$ であ

ることが好ましく、より好ましくは $15 \sim 30 \mu\text{m}$ である。また、表面電極部43の径は、ウェハ6の被検査電極の寸法およびピッチに応じて設定されるが、例えば $30 \sim 80 \mu\text{m}$ であり、好ましくは $30 \sim 50 \mu\text{m}$ である。

電極構造体42における裏面電極部44の径は、短絡部45の径より大きく、かつ、電極構造体42の配置ピッチより小さいものであればよいが、可能な限り大きいものであることが好ましく、これにより、異方導電性コネクタ2の弾性異方導電膜20における接続用導電部22に対しても安定な電氣的接続を確実に達成することができる。また、裏面電極部44の厚みは、強度が十分に高くて優れた繰り返し耐久性が得られる点で、 $20 \sim 50 \mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは $35 \sim 50 \mu\text{m}$ である。

電極構造体42における短絡部45の径は、十分に高い強度が得られる点で、 $30 \sim 80 \mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは $30 \sim 50 \mu\text{m}$ である。

シート状コネクタ40は、例えば以下のようにして製造することができる。

すなわち、絶縁性シート41上に金属層が積層されてなる積層材料を用意し、この積層材料における絶縁性シート41に対して、レーザ加工、ドライエッチング加工等によって、当該絶縁性シート41の厚み方向に貫通する複数の貫通孔を、形成すべき電極構造体42のパターンに対応するパターンに従って形成する。次いで、この積層材料に対してフォトリソグラフィおよびメッキ処理を施すことによって、絶縁性シート41の貫通孔内に金属層に一体に連結された短絡部45を形成すると共に、当該絶縁性シート41の表面に、短絡部45に一体に連結された突起状の表面電極部43を形成する。その後、積層材料における金属層に対してフォトエッチング処理を施してその一部を除去することにより、裏面電極部44を形成して電極構造体42を形成し、以てシート状コネクタ40が得られる。

このような電氣的検査装置においては、ウェハ載置台4上に検査対象であるウェハ6が載置され、次いで、加圧板3によってプローブ部材1が下方に加圧されることにより、そのシート状コネクタ40の電極構造体42における表面電極部43の各々が、ウェハ6の被検査電極7の各々に接触し、更に、当該表面電極

部43の各々によって、ウエハ6の被検査電極7の各々が加圧される。この状態においては、異方導電性コネクタ2の弾性異方導電膜20における接続用導電部22の各々は、検査用回路基板30の検査電極31とシート状コネクタ40の電極構造体42の表面電極部43とによって挟圧されて厚み方向に圧縮されており、これにより、当該接続用導電部22にはその厚み方向に導電路が形成され、その結果、ウエハ6の被検査電極7と検査用回路基板30の検査電極31との電氣的接続が達成される。その後、加熱器5によって、ウエハ載置台4および加圧板3を介してウエハ6が所定の温度に加熱され、この状態で、当該ウエハ6における複数の集積回路の各々について所要の電氣的検査が実行される。

このようなウエハ検査装置によれば、前述の異方導電性コネクタ2を有するプローブ部材1を介して、検査対象であるウエハ6の被検査電極7に対する電氣的接続が達成されるため、被検査電極7のピッチが小さいものであっても、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、多数回にわたって繰り返し使用した場合や高温環境下における試験例えばWLB I試験に繰り返し使用した場合にも、所要の電氣的検査を長期間にわたって安定して実行することができる。

また、異方導電性コネクタ2における弾性異方導電膜20は、それ自体の面積が小さいものであり、熱履歴を受けた場合でも、当該弾性異方導電膜20の面方向における熱膨張の絶対量が少ないため、フレーム板10を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、弾性異方導電膜20の面方向における熱膨張がフレーム板によって確実に規制される。従って、大面積のウエハに対してWLB I試験を行う場合においても、良好な電氣的接続状態を安定に維持することができる。

図14は、本発明に係る異方導電性コネクタを用いたウエハ検査装置の他の例における構成の概略を示す説明用断面図である。

このウエハ検査装置は、検査対象であるウエハ6が収納される、上面が開口した箱型のチャンバ50を有する。このチャンバ50の側壁には、当該チャンバ50の内部の空気を排気するための排気管51が設けられており、この排気

管51には、例えば真空ポンプ等の排気装置（図示省略）が接続されている。

チャンバー50上には、図12に示すウエハ検査装置におけるプローブ部材1と同様の構成のプローブ部材1が、当該チャンバー50の開口を気密に塞ぐよう配置されている。具体的には、チャンバー50における側壁の上端面上には、弾性を有するOリング55が密着して配置され、プローブ部材1は、その異方導電性コネクタ2およびシート状コネクタ40がチャンバー50内に收容され、かつ、その検査用回路基板30における周辺部がOリング55に密着した状態で配置されており、更に、検査用回路基板30が、その裏面（図において上面）には設けられた加圧板3によって下方に加圧された状態とされている。

また、チャンバー50および加圧板3には、加熱器5が接続されている。

このようなウエハ検査装置においては、チャンバー50の排気管51に接続された排気装置を駆動させることにより、チャンバー50内が例えば1000Pa以下に減圧される結果、大気圧によって、プローブ部材1が下方に加圧される。これにより、Oリング55が弾性変形するため、プローブ部材1が下方に移動する結果、シート状コネクタ40の電極構造体42における表面電極部43の各々によって、ウエハ6の被検査電極7の各々が加圧される。この状態においては、異方導電性コネクタ2の弾性異方導電膜20における接続用導電部22の各々は、検査用回路基板30の検査電極31とシート状コネクタ40の電極構造体42の表面電極部43とによって挟圧されて厚み方向に圧縮されており、これにより、当該接続用導電部22にはその厚み方向に導電路が形成され、その結果、ウエハ6の被検査電極7と検査用回路基板30の検査電極31との電氣的接続が達成される。その後、加熱器5によって、チャンバー50および加圧板3を介してウエハ6が所定の温度に加熱され、この状態で、当該ウエハ6における複数の集積回路の各々について所要の電氣的検査が実行される。

このようなウエハ検査装置によれば、図12に示すウエハ検査装置と同様の効果が得られ、更に、大型の加圧機構が不要であるため、検査装置全体の小型化を図ることができると共に、検査対象であるウエハ6が例えば直径が8インチ以上の大面積のものであっても、当該ウエハ6全体を均一な力で押圧することができ

る。しかも、異方導電性コネクタ２におけるフレーム板１０には、空気流通孔１５が形成されているため、チャンバ５０内を減圧したときに、異方導電性コネクタ２と検査用回路基板３０との間に存在する空気が、異方導電性コネクタ２におけるフレーム板１０の空気流通孔１５を介して排出され、これにより、異方導電性コネクタ２と検査用回路基板３０とを確実に密着させることができるので、所要の電氣的接続を確実に達成することができる。

〔他の実施の形態〕

本発明は、上記の実施の形態に限定されず、次のような種々の変更を加えることが可能である。

(１) 異方導電性コネクタにおいては、弾性異方導電膜２０には、接続用導電部２２以外に、ウエハにおける被検査電極に電氣的に接続されない非接続用導電部が形成されていてもよい。以下、非接続用導電部が形成された弾性異方導電膜を有する異方導電性コネクタについて説明する。

図１５は、本発明に係る異方導電性コネクタの他の例における弾性異方導電膜を拡大して示す平面図である。この異方導電性コネクタの弾性異方導電膜２０においては、その機能部２１に、検査対象であるウエハの被検査電極に電氣的に接続される厚み方向（図１５において紙面と垂直な方向）に伸びる複数の接続用導電部２２が、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って２列に並ぶよう配置され、これらの接続用導電部２２の各々は、磁性を示す導電性粒子が厚み方向に並ぶよう配向した状態で密に含有されてなり、導電性粒子が全く或いは殆ど含有されていない絶縁部２３によって相互に絶縁されている。

そして、接続用導電部２２が並ぶ方向において、最も外側に位置する接続用導電部２２とフレーム板１０との間には、検査対象であるウエハの被検査電極に電氣的に接続されない厚み方向に伸びる非接続用導電部２６が形成されている。この非接続用導電部２６は、磁性を示す導電性粒子が厚み方向に並ぶよう配向した状態で密に含有されてなり、導電性粒子が全く或いは殆ど含有されていない絶縁部２３によって、接続用導電部２２と相互に絶縁されている。

また、図示の例では、弾性異方導電膜２０における機能部２１の両面には、接

続用導電部 22 およびその周辺部分が位置する個所並びに非接続用導電部 26 およびその周辺部分が位置する個所に、それら以外の表面から突出する突出部 24 および突出部 27 が形成されている。

機能部 21 の周縁には、フレーム板 10 における異方導電膜配置用孔 11 の周辺部に固定支持された被支持部 25 が、当該機能部 21 に一体に連続して形成されており、この被支持部 25 には、導電性粒子が含有されている。

その他の構成は、基本的に図 1 ～図 4 に示す異方導電性コネクタの構成と同様である。

図 16 は、本発明に係る異方導電性コネクタの更に他の例における弾性異方導電膜を拡大して示す平面図である。この異方導電性コネクタの弾性異方導電膜 20 においては、その機能部 21 に、検査対象であるウエハの被検査電極に電氣的に接続される厚み方向（図 16 において紙面と垂直な方向）に伸びる複数の接続用導電部 22 が、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って並ぶよう配置され、これらの接続用導電部 22 の各々は、磁性を示す導電性粒子が厚み方向に並ぶよう配向した状態で密に含有されてなり、導電性粒子が全く或いは殆ど含有されていない絶縁部 23 によって相互に絶縁されている。

これらの接続用導電部 22 のうち中央に位置する互いに隣接する 2 つの接続用導電部 22 は、その他の互いに隣接する接続用導電部 22 間における離間距離より大きい離間距離で配置されている。そして、中央に位置する互いに隣接する 2 つの接続用導電部 22 の間には、検査対象であるウエハの被検査電極に電氣的に接続されない厚み方向に伸びる非接続用導電部 26 が形成されている。この非接続用導電部 26 は、磁性を示す導電性粒子が厚み方向に並ぶよう配向した状態で密に含有されてなり、導電性粒子が全く或いは殆ど含有されていない絶縁部 23 によって、接続用導電部 22 と相互に絶縁されている。

また、図示の例では、弾性異方導電膜 20 における機能部 21 の両面には、接続用導電部 22 およびその周辺部分が位置する個所並びに非接続用導電部 26 およびその周辺部分が位置する個所に、それら以外の表面から突出する突出部 24 および突出部 27 が形成されている。



機能部 21 の周縁には、フレーム板 10 における異方導電膜配置用孔 11 の周辺部に固定支持された被支持部 25 が、当該機能部 21 に一体に連続して形成されており、この被支持部 25 には、導電性粒子が含有されている。

その他の具体的な構成は、基本的に図 1 ～図 4 に示す異方導電性コネクタの構成と同様である。

図 15 に示す異方導電性コネクタおよび図 16 に示す異方導電性コネクタは、図 7 に示す金型の代わりに、成形すべき弾性異方導電性膜 20 の接続用導電部 22 および非接続用導電部 26 の配置パターンに対応するパターンに従って強磁性体層が形成され、この強磁性体層以外の個所には、非磁性体層が形成された上型および下型からなる金型を用いることにより、前述の図 1 ～図 4 に示す異方導電性コネクタを製造する方法と同様にして製造することができる。

すなわち、このような金型によれば、上型における基板の上面および下型における基板の下面に例えば一対の電磁石を配置してこれを作動させることにより、当該上型および当該下型の間に形成された成形材料層においては、当該成形材料層における機能部 21 となる部分に分散されていた導電性粒子が、接続用導電部 22 となる部分および非接続用導電部 26 となる部分に集合して厚み方向に並ぶよう配向し、一方、成形材料層におけるフレーム板 10 の上方および下方にある導電性粒子は、フレーム板 10 の上方および下方に保持されたままとなる。

そして、この状態において、成形材料層を硬化処理することにより、弾性高分子物質中に導電性粒子が厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されてなる複数の接続用導電部 22 および非接続用導電部 26 が、導電性粒子が全く或いは殆ど存在しない高分子弾性物質よりなる絶縁部 23 によって相互に絶縁された状態で配置されてなる機能部 21 と、この機能部 21 の周辺に連続して一体に形成された、弾性高分子物質中に導電性粒子が含有されてなる被支持部 25 とよりなる弾性異方導電膜 20 が、フレーム板 10 の異方導電膜配置用孔 11 の周辺部に当該被支持部 25 が固定された状態で形成され、以て異方導電性コネクタが製造される。

図 15 に示す異方導電性コネクタにおける非接続用導電部 26 は、弾性異方

導電膜 20 の形成において、成形材料層における非接続用導電部 26 となる部分に磁場を作用させることにより、成形材料層における最も外側に位置する接続用導電部 22 となる部分とフレーム板 10 との間に存在する導電性粒子を、非接続用導電部 26 となる部分に集合させ、この状態で、当該成形材料層の硬化処理を行うことにより得られる。そのため、当該弾性異方導電膜 20 の形成において、導電性粒子が、成形材料層における最も外側に位置する接続用導電部 22 となる部分に過剰に集合することがない。従って、形成すべき弾性異方導電膜 20 が、比較的多数の接続用導電部 22 を有するものであっても、当該弾性異方導電膜 20 における最も外側に位置する接続用導電部 22 に、過剰な量の導電性粒子が含有されることが確実に防止される。

また、図 16 に示す異方導電性コネクタにおける非接続用導電部 26 は、弾性異方導電膜 20 の形成において、成形材料層における非接続用導電部 26 となる部分に磁場を作用させることにより、成形材料層における大きい離間距離で配置された隣接する 2 つの接続用導電部 22 となる部分の間に存在する導電性粒子を、非接続用導電部 26 となる部分に集合させ、この状態で、当該成形材料層の硬化処理を行うことにより得られる。そのため、当該弾性異方導電膜 20 の形成において、導電性粒子が、成形材料層における大きい離間距離で配置された隣接する 2 つの接続用導電部 22 となる部分に過剰に集合することがない。従って、形成すべき弾性異方導電膜 20 が、それぞれ大きい離間距離で配置された 2 つ以上の接続用導電部 22 を有するものであっても、それらの接続用導電部 22 に、過剰な量の導電性粒子が含有されることが確実に防止される。

(2) 異方導電性コネクタにおいては、弾性異方導電膜 20 における突出部 24 は必須のものではなく、一面または両面が平坦面のもの、或いは凹所が形成されたものであってもよい。

(3) 弾性異方導電膜 20 における接続用導電部 22 の表面には、金属層が形成されていてもよい。

(4) 異方導電性コネクタの製造において、フレーム板 10 の基材として非磁性のものを用いる場合には、成形材料層 20A における被支持部 25 となる部分

に磁場を作用させる方法として、当該フレーム板10における異方導電膜配置用孔11の周辺部に磁性体をメッキしてまたは磁性塗料を塗布して磁場を作用させる手段、金型60に、弾性異方導電膜20の被支持部25に対応して強磁性体層を形成して磁場を作用させる手段を利用することができる。

(5) 成形材料層の形成において、スペーサーを用いることは必須のことではなく、他の手段によって、上型および下型とフレーム板との間に弾性異方導電膜成形用の空間を確保してもよい。

(6) プローブ部材においては、シート状コネクタ40は、必須のものではなく、異方導電性コネクタ2における弾性異方導電膜20が検査対象であるウエハに接触して電氣的接続を達成する構成であってもよい。

(7) 本発明の異方導電性コネクタは、そのフレーム板の異方導電膜配置用孔が、検査対象であるウエハに形成された一部の集積回路における被検査電極が配置された電極領域に対応して形成され、これらの異方導電膜配置用孔の各々に弾性異方導電膜が配置されたものであってもよい。

このような異方導電性コネクタによれば、ウエハを2以上のエリアに分割し、分割されたエリア毎に、当該エリアに形成された集積回路について一括してプローブ試験を行うことができる。

すなわち、本発明の異方導電性コネクタまたは本発明のプローブ部材を使用したウエハの検査方法においては、ウエハに形成された全ての集積回路について一括して行うことは必須のことではない。

バーンイン試験においては、集積回路の各々に必要な検査時間が数時間と長い場合、ウエハに形成された全ての集積回路について一括して検査を行えば高い時間的効率が得られるが、プローブ試験においては、集積回路の各々に必要な検査時間が数分間と短いため、ウエハを2以上のエリアに分割し、分割されたエリア毎に、当該エリアに形成された集積回路について一括してプローブ試験を行っても、十分に高い時間的効率が得られる。

このように、ウエハに形成された集積回路について、分割されたエリア毎に電氣的検査を行う方法によれば、直径が8インチまたは12インチのウエハに高い

集積度で形成された集積回路について電氣的検査を行う場合において、全ての集積回路について一括して検査を行う方法と比較して、用いられる検査用回路基板の検査電極数や配線数を少なくすることができ、これにより、検査装置の製造コストの低減化を図ることができる。

そして、本発明の異方導電性コネクタまたは本発明のプロブ部材は、繰り返し使用における耐久性が高いものであるため、ウエハに形成された集積回路について、分割されたエリア毎に電氣的検査を行う方法に用いる場合には、異方導電性コネクタに故障が生じて新たなものに交換する頻度が小さくなるので、検査コストの低減化を図ることができる。

(8) 本発明の異方導電性コネクタまたは本発明のプロブ部材は、アルミニウムよりなる平面状の電極を有する集積回路が形成されたウエハの検査の他に、金またははんだなどよりなる突起状電極（バンプ）を有する集積回路が形成されたウエハの検査に用いることもできる。

金やはんだなどよりなる電極は、アルミニウムよりなる電極に比較して、表面に酸化膜が形成されにくいものであるため、このような突起状電極を有する集積回路が形成されたウエハの検査においては、酸化膜を突き破るために必要な大きな荷重で加圧することが不要となり、シート状コネクタを用いずに、異方導電性コネクタの接続用導電部を被検査電極に直接接触させた状態で検査を実行することができる。

被検査電極である突起状電極に異方導電性コネクタの接続用導電部を直接接触させた状態でウエハの検査を行う場合においては、当該異方導電性コネクタを繰り返し使用すると、その接続用導電部が突起状電極によって加圧されることにより摩耗したり永久的に圧縮変形したりする結果、当該接続用導電部には、電気抵抗の増加や被検査電極に対する接続不良が発生するため、高い頻度で異方導電性コネクタを新たなものに交換することが必要であった。

而して、本発明の異方導電性コネクタまたは本発明のプロブ部材によれば、繰り返し使用における耐久性が高いものであるため、検査対象であるウエハが、直径が8インチまたは12インチであって高い集積度で集積回路が形成された

ものであっても、長期間にわたって所要の導電性が維持され、これにより、異方導電性コネクタを新たなものに交換する頻度が少なくなるので、検査コストの低減化を図ることができる。

以下、本発明の具体的な実施例について説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

#### 〔磁性芯粒子〔A〕の調製〕

市販のニッケル粒子（Westaim社製、「FC1000」）を用い、以下のようにして磁性芯粒子〔A〕を調製した。

日清エンジニアリング株式会社製の空気分級機「ターボクラシファイア TC-15N」によって、ニッケル粒子2kgを、比重が8.9、風量が $2.5\text{ m}^3/\text{min}$ 、ローター回転数が1,600rpm、分級点が $25\text{ }\mu\text{m}$ 、ニッケル粒子の供給速度が $16\text{ g}/\text{min}$ の条件で分級処理し、ニッケル粒子1.8kgを捕集し、更に、このニッケル粒子1.8kgを、比重が8.9、風量が $2.5\text{ m}^3/\text{min}$ 、ローター回転数が3,000rpm、分級点が $10\text{ }\mu\text{m}$ 、ニッケル粒子の供給速度が $14\text{ g}/\text{min}$ の条件で分級処理し、ニッケル粒子1.5kgを捕集した。

次いで、筒井理化学機器株式会社製の音波ふるい器「SW-20AT形」によって、空気分級機によって分級されたニッケル粒子120gを更に分級処理した。具体的には、それぞれ直径が200mmで、開口径が $25\text{ }\mu\text{m}$ 、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、 $16\text{ }\mu\text{m}$ および $8\text{ }\mu\text{m}$ の4つのふるいを上からこの順で4段に重ね合わせ、ふるいの各々に直径が2mmのセラミックボール10gを投入し、最上段のふるい（開口径が $25\text{ }\mu\text{m}$ ）にニッケル粒子20gを投入し、55Hzで12分間および125Hzで15分間の条件で分級処理し、最下段のふるい（開口径が $8\text{ }\mu\text{m}$ ）に捕集されたニッケル粒子を回収した。この操作を合計で25回行うことにより、磁性芯粒子〔A〕110gを調製した。

得られた磁性芯粒子〔A〕は、数平均粒子径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が10%、BET比表面積が $0.2 \times 10^3\text{ m}^2/\text{kg}$ 、飽和磁化が $0.6\text{ Wb}/\text{m}^2$ であった。

## 〔磁性芯粒子〔B〕～磁性芯粒子〔I〕の調製〕

空気分級機および音波ふるい器の条件を変更したこと以外は磁性芯粒子〔A〕の調製と同様にして、下記の磁性芯粒子〔B〕～磁性芯粒子〔I〕を調製した。

## 磁性芯粒子〔B〕：

数平均粒子径が $12\ \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が $40\%$ 、BET比表面積が $0.1 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、飽和磁化が $0.6\ \text{Wb}/\text{m}^2$ であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

## 磁性芯粒子〔C〕：

数平均粒子径が $10\ \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が $10\%$ 、BET比表面積が $0.038 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、飽和磁化が $0.6\ \text{Wb}/\text{m}^2$ であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

## 磁性芯粒子〔D〕：

数平均粒子径が $10\ \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が $15\%$ 、BET比表面積が $0.15 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、飽和磁化が $0.6\ \text{Wb}/\text{m}^2$ であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

## 磁性芯粒子〔E〕：

数平均粒子径が $8\ \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が $32\%$ 、BET比表面積が $0.05 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、飽和磁化が $0.6\ \text{Wb}/\text{m}^2$ であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

## 磁性芯粒子〔F〕（比較用）：

数平均粒子径が $6\ \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が $40\%$ 、BET比表面積が $0.8 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、飽和磁化が $0.6\ \text{Wb}/\text{m}^2$ であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

## 磁性芯粒子〔G〕：

数平均粒子径が $10\ \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が $20\%$ 、BET比表面積が $0.008 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、飽和磁化が $0.6\ \text{Wb}/\text{m}^2$ であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

## 磁性芯粒子〔H〕（比較用）：

数平均粒子径が  $8 \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が  $25\%$ 、BET比表面積が  $0.02 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{kg}$ 、硫黄元素濃度が  $0.1$  質量%、酸素元素濃度が  $0.6$  質量%、炭素元素濃度が  $0.12$  質量%、飽和磁化が  $0.6 \text{ Wb} / \text{m}^2$  であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

磁性芯粒子 [I] :

数平均粒子径が  $45 \mu\text{m}$ 、粒子径の変動係数が  $33\%$ 、BET比表面積が  $0.8 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{kg}$ 、飽和磁化が  $0.6 \text{ Wb} / \text{m}^2$  であるニッケルよりなる磁性芯粒子。

〔導電性粒子 [a] の調製〕

粉末メッキ装置の処理槽内に、磁性芯粒子 [A]  $100 \text{ g}$  を投入し、更に、 $0.32 \text{ N}$  の塩酸水溶液  $2 \text{ L}$  を加えて攪拌し、磁性芯粒子 [A] を含有するスラリーを得た。このスラリーを常温で  $30$  分間攪拌することにより、磁性芯粒子 [A] の酸処理を行い、その後、 $1$  分間静置して磁性芯粒子 [A] を沈殿させ、上澄み液を除去した。

次いで、酸処理が施された磁性芯粒子 [A] に純水  $2 \text{ L}$  を加え、常温で  $2$  分間攪拌し、その後、 $1$  分間静置して磁性芯粒子 [A] を沈殿させ、上澄み液を除去した。この操作を更に  $2$  回繰り返すことにより、磁性芯粒子 [A] の洗浄処理を行った。

そして、酸処理および洗浄処理が施された磁性芯粒子 [A] に、金の含有割合が  $20 \text{ g} / \text{L}$  の金メッキ液  $2 \text{ L}$  を加え、処理層内の温度を  $90^\circ\text{C}$  に昇温して攪拌することにより、スラリーを調製した。この状態で、スラリーを攪拌しながら、磁性芯粒子 [A] に対して金の置換メッキを行った。その後、スラリーを放冷しながら静置して粒子を沈殿させ、上澄み液を除去することにより、本発明用の導電性粒子 [a] を調製した。

このようにして得られた導電性粒子 [a] に純水  $2 \text{ L}$  を加え、常温で  $2$  分間攪拌し、その後、 $1$  分間静置して導電性粒子 [a] を沈殿させ、上澄み液を除去した。この操作を更に  $2$  回繰り返し、その後、 $90^\circ\text{C}$  に加熱した純水  $2 \text{ L}$  を加えて攪拌し、得られたスラリーを濾紙によって濾過して導電性粒子 [a] を回収した。

。そして、この導電性粒子 [a] を、90℃に設定された乾燥機によって乾燥処理した。

得られた導電性粒子 [a] は、数平均粒子径が  $12\ \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.15 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $111\ \text{nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [a] 全体の質量) の値  $N$  が 0.3、電気抵抗値  $R$  が  $0.025\ \Omega$  であった。

#### [導電性粒子 [a1] の調製]

金メッキ液中の金の含有割合を  $5\ \text{g/L}$  に変更したこと以外は導電性粒子 [a] の調製と同様にして、比較用の導電性粒子 [a1] の調製した。

得られた導電性粒子 [a1] は、数平均粒子径が  $12\ \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.17 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $35\ \text{nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [a1] 全体の質量) の値  $N$  が 0.12、電気抵抗値  $R$  が  $0.13\ \Omega$  であった。

#### [導電性粒子 [b] の調製]

磁性芯粒子 [A] の代わりに磁性芯粒子 [B] を用いたこと以外は導電性粒子 [a] の調製と同様にして、本発明用の導電性粒子 [b] を調製した。

得られた導電性粒子 [b] は、数平均粒子径が  $13\ \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.08 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $129\ \text{nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [b] 全体の質量) の値  $N$  が 0.2、電気抵抗値  $R$  が  $0.1\ \Omega$  であった。

#### [導電性粒子 [c] および導電性粒子 [c1] の調製]

磁性芯粒子 [A] の代わりに磁性芯粒子 [C] を用い、金メッキ液中の金の含有割合を変更したこと以外は導電性粒子 [a] の調製と同様にして、下記の導電性粒子 [c] および導電性粒子 [c1] を調製した。

導電性粒子 [c] (本発明用) :

数平均粒子径が  $14\ \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.015 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $299\ \text{nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [c] 全体の質量) の値  $N$  が 0.18、電気抵抗値  $R$  が  $0.12\ \Omega$  である導電性粒



子。

導電性粒子 [c 1] (比較用) :

数平均粒子径が  $12 \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.035 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $103 \text{ nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [c 1] 全体の質量) の値  $N$  が  $0.07$ 、電気抵抗値  $R$  が  $0.14 \Omega$  である導電性粒子。

[導電性粒子 [d] および導電性粒子 [d 1] の調製]

磁性芯粒子 [A] の代わりに磁性芯粒子 [D] を用い、金メッキ液中の金の含有割合を変更したこと以外は導電性粒子 [a] の調製と同様にして、下記の導電性粒子 [d] および導電性粒子 [d 1] を調製した。

導電性粒子 [d] (本発明用) :

数平均粒子径が  $12 \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.12 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $134 \text{ nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [d] 全体の質量) の値  $N$  が  $0.28$ 、電気抵抗値  $R$  が  $0.015 \Omega$  である導電性粒子。

導電性粒子 [d 1] (比較用) :

数平均粒子径が  $14 \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.14 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $43 \text{ nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [d 1] 全体の質量) の値  $N$  が  $0.11$ 、電気抵抗値  $R$  が  $0.1 \Omega$  である導電性粒子。

[導電性粒子 [e 1] の調製]

磁性芯粒子 [A] の代わりに磁性芯粒子 [E] を用い、金メッキ液中の金の含有割合を変更したこと以外は導電性粒子 [a] の調製と同様にして、下記の導電性粒子 [e 1] を調製した。

導電性粒子 [e 1] (比較用) :

数平均粒子径が  $10 \mu\text{m}$ 、BET比表面積が  $0.03 \times 10^3 \text{ m}^2 / \text{kg}$ 、被覆層の厚み  $t$  が  $54 \text{ nm}$ 、(被覆層を形成する金の質量) / (導電性粒子 [e 1] 全体の質量) の値  $N$  が  $0.05$ 、電気抵抗値  $R$  が  $0.15 \Omega$  である導電性粒子。

## 〔導電性粒子〔f 1〕の調製〕

磁性芯粒子〔A〕の代わりに磁性芯粒子〔F〕を用い、金メッキ液中の金の含有割合を変更したこと以外は導電性粒子〔a〕の調製と同様にして、下記の導電性粒子〔f 1〕を調製した。

導電性粒子〔f 1〕（比較用）：

数平均粒子径が $7\ \mu\text{m}$ 、BET比表面積が $0.7 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み $t$ が $35\ \text{nm}$ 、（被覆層を形成する金の質量）／（導電性粒子〔f 1〕全体の質量）の値 $N$ が $0.35$ 、電気抵抗値 $R$ が $0.33\ \Omega$ である導電性粒子。

## 〔導電性粒子〔g 1〕の調製〕

磁性芯粒子〔A〕の代わりに磁性芯粒子〔G〕を用い、金メッキ液中の金の含有割合を変更したこと以外は導電性粒子〔a〕の調製と同様にして、下記の導電性粒子〔g 1〕を調製した。

導電性粒子〔g 1〕（比較用）：

数平均粒子径が $11\ \mu\text{m}$ 、BET比表面積が $0.006 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み $t$ が $54\ \text{nm}$ 、（被覆層を形成する金の質量）／（導電性粒子〔g 1〕全体の質量）の値 $N$ が $0.01$ 、電気抵抗値 $R$ が $0.18\ \Omega$ である導電性粒子。

## 〔導電性粒子〔h 1〕の調製〕

磁性芯粒子〔A〕の代わりに磁性芯粒子〔H〕を用い、金メッキ液中の金の含有割合を変更したこと以外は導電性粒子〔a〕の調製と同様にして、下記の導電性粒子〔h 1〕を調製した。

導電性粒子〔h 1〕（比較用）：

数平均粒子径が $10\ \mu\text{m}$ 、BET比表面積が $0.01 \times 10^3\ \text{m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み $t$ が $23\ \text{nm}$ 、（被覆層を形成する金の質量）／（導電性粒子〔h 1〕全体の質量）の値 $N$ が $0.01$ 、電気抵抗値 $R$ が $0.08\ \Omega$ である導電性粒子。

。

## 〔導電性粒子〔i 1〕の調製〕

磁性芯粒子〔A〕の代わりに磁性芯粒子〔I〕を用い、金メッキ液中の金の含

有割合を変更したこと以外は導電性粒子〔a〕の調製と同様にして、下記の導電性粒子〔i 1〕を調製した。

導電性粒子〔i 1〕（比較用）：

数平均粒子径が $46\text{ }\mu\text{m}$ 、BET比表面積が $0.56\times 10^3\text{ m}^2/\text{kg}$ 、被覆層の厚み $t$ が $9.7\text{ nm}$ 、（被覆層を形成する金の質量）／（導電性粒子〔i 1〕全体の質量）の値 $N$ の割合が $0.13$ 、電気抵抗値 $R$ が $0.07\text{ }\Omega$ である導電性粒子。

調製した導電性粒子の特性および当該導電性粒子に使用した磁性芯粒子の特性を、下記表1にまとめて示す。

〔表1〕

|       |      | 使用した磁性芯粒子の特性 |                                 |                     |  |                                    | 導電性粒子の特性                        |  |                               |                            |                           |       |
|-------|------|--------------|---------------------------------|---------------------|--|------------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|
|       |      | 種 類          | 数平均<br>粒子径<br>( $\mu\text{m}$ ) | 粒子径の<br>変動係数<br>(%) | BET比表面積<br>( $\text{m}^2/\text{k g}$ ) | 飽和磁化<br>( $\text{wb}/\text{m}^2$ ) | 数平均<br>粒子径<br>( $\mu\text{m}$ ) | BET比表面積<br>( $\text{m}^2/\text{k g}$ ) | 被覆層<br>の厚み<br>( $\text{nm}$ ) | (金の質量)<br>(導磁性核の質量)<br>の値N | 電気抵抗<br>R<br>( $\Omega$ ) |       |
| 導電性粒子 | 本    | [a]          | [A]                             | 10                  | 10                                     | $0.2 \times 10^3$                  | 0.6                             | 12                                     | $0.15 \times 10^3$            | 111                        | 0.3                       | 0.025 |
|       | 発    | [b]          | [B]                             | 12                  | 40                                     | $0.1 \times 10^3$                  | 0.6                             | 13                                     | $0.08 \times 10^3$            | 129                        | 0.2                       | 0.1   |
|       | 明    | [c]          | [C]                             | 10                  | 10                                     | $0.038 \times 10^3$                | 0.6                             | 14                                     | $0.015 \times 10^3$           | 299                        | 0.18                      | 0.12  |
|       | 用    | [d]          | [D]                             | 10                  | 15                                     | $0.15 \times 10^3$                 | 0.6                             | 12                                     | $0.12 \times 10^3$            | 134                        | 0.28                      | 0.015 |
| 比較用   |      | [a1]         | [A]                             | 10                  | 10                                     | $0.2 \times 10^3$                  | 0.6                             | 12                                     | $0.17 \times 10^3$            | 35                         | 0.12                      | 0.13  |
|       |      | [c1]         | [C]                             | 10                  | 10                                     | $0.038 \times 10^3$                | 0.6                             | 12                                     | $0.035 \times 10^3$           | 103                        | 0.07                      | 0.14  |
|       |      | [d1]         | [D]                             | 10                  | 15                                     | $0.15 \times 10^3$                 | 0.6                             | 14                                     | $0.14 \times 10^3$            | 43                         | 0.11                      | 0.1   |
|       |      | [e1]         | [E]                             | 8                   | 32                                     | $0.05 \times 10^3$                 | 0.6                             | 10                                     | $0.03 \times 10^3$            | 54                         | 0.05                      | 0.15  |
|       |      | [f1]         | [F]                             | 6                   | 40                                     | $0.8 \times 10^3$                  | 0.6                             | 7                                      | $0.7 \times 10^3$             | 35                         | 0.35                      | 0.33  |
|       |      | [g1]         | [G]                             | 10                  | 20                                     | $0.008 \times 10^3$                | 0.6                             | 11                                     | $0.006 \times 10^3$           | 54                         | 0.01                      | 0.18  |
|       |      | [h1]         | [H]                             | 8                   | 25                                     | $0.02 \times 10^3$                 | 0.6                             | 10                                     | $0.01 \times 10^3$            | 23                         | 0.01                      | 0.08  |
|       | [i1] | [I]          | 45                              | 33                  | $0.8 \times 10^3$                      | 0.6                                | 46                              | $0.56 \times 10^3$                     | 9.7                           | 0.13                       | 0.07                      |       |

## 〔高分子物質形成材料〕

硬化されて弾性高分子物質となる高分子物質形成材料として、下記表 2 に示す特性を有する二液型の付加型液状シリコンゴムを用意した。

〔表 2〕

|            | 粘度 (Pa・s) |      | 硬 化 物     |            |             |
|------------|-----------|------|-----------|------------|-------------|
|            | A 液       | B 液  | 圧縮永久歪 (%) | デュロメーターA硬度 | 引裂強度 (kN/m) |
| シリコンゴム (1) | 250       | 250  | 5         | 32         | 25          |
| シリコンゴム (2) | 500       | 500  | 6         | 42         | 30          |
| シリコンゴム (3) | 1000      | 1000 | 6         | 52         | 35          |

上記表2に示す付加型液状シリコーンゴムの特性は、次のようにして測定したものである。

(1) 付加型液状シリコーンゴムの粘度：

B型粘度計により、 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ における粘度を測定した。

(2) シリコーンゴム硬化物の圧縮永久歪み：

二液型の付加型液状シリコーンゴムにおけるA液とB液とを等量となる割合で攪拌混合した。次いで、この混合物を金型に流し込み、当該混合物に対して減圧による脱泡処理を行った後、 $120^{\circ}\text{C}$ 、30分間の条件で硬化処理を行うことにより、厚みが $12.7\text{ mm}$ 、直径が $29\text{ mm}$ のシリコーンゴム硬化物よりなる円柱体を作製し、この円柱体に対して、 $200^{\circ}\text{C}$ 、4時間の条件でポストキュアを行った。このようにして得られた円柱体を試験片として用い、JIS K 6249に準拠して $150 \pm 2^{\circ}\text{C}$ における圧縮永久歪みを測定した。

(3) シリコーンゴム硬化物の引裂強度：

上記(1)と同様の条件で付加型液状シリコーンゴムの硬化処理およびポストキュアを行うことにより、厚みが $2.5\text{ mm}$ のシートを作製した。このシートから打ち抜きによってクレセント形の試験片を作製し、JIS K 6249に準拠して $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ における引裂強度を測定した。

(4) デュロメーターA硬度：

上記(3)と同様にして作製されたシートを5枚重ね合わせ、得られた積重体を試験片として用い、JIS K 6249に準拠して $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ におけるデュロメーターA硬度を測定した。

〔試験用ウエハの作製〕

図17に示すように、直径が8インチのシリコン（線熱膨張係数 $3.3 \times 10^{-6}/\text{K}$ ）製のウエハ6上に、それぞれ寸法が $6.5\text{ mm} \times 6.5\text{ mm}$ の正方形の集積回路Lを合計で596個形成した。ウエハ6に形成された集積回路Lの各々は、図18に示すように、その中央に被検査電極領域Aを有し、この被検査電極領域Aには、図19に示すように、それぞれ縦方向（図19において上下方向）の寸法が $200\text{ }\mu\text{m}$ で横方向（図19において左右方向）の寸法が $80\text{ }\mu\text{m}$ の矩

形の26個の被検査電極7が $120\mu\text{m}$ のピッチで横方向に二列（一列の被検査電極7の数が13個）に配列されている。縦方向に隣接する被検査電極7の間の離間距離は、 $450\mu\text{m}$ である。また、26個の被検査電極7のうち2個ずつが互いに電氣的に接続されている。このウエハ6全体の被検査電極7の総数は15496個である。以下、このウエハを「試験用ウエハW1」という。

また、直径が6インチのシリコン製のウエハ上に、それぞれ寸法が $6.5\text{mm} \times 6.5\text{mm}$ の正方形の集積回路Lを合計で225個形成した。ウエハに形成された集積回路の各々は、その中央に被検査電極領域を有し、この被検査電極領域には、それぞれ縦方向の寸法が $100\mu\text{m}$ で横方向の寸法が $50\mu\text{m}$ の矩形の50個の被検査電極が $100\mu\text{m}$ のピッチで横方向に二列（一列の被検査電極の数が25個）に配列されている。縦方向に隣接する被検査電極の間の離間距離は、 $350\mu\text{m}$ である。また、50個の被検査電極のうち2個ずつが互いに電氣的に接続されている。このウエハ全体の被検査電極の総数は11250個である。以下、このウエハを「試験用ウエハW2」という。

#### 〈実施例1〉

##### （1）フレーム板：

図20および図21に示す構成に従い、下記の条件により、上記の試験用ウエハW1における各被検査電極領域に対応して形成された596の異方導電膜配置孔を有する直径が8インチのフレーム板を作製した。

このフレーム板10の材質はコバール（飽和磁化 $1.4\text{Wb}/\text{m}^2$ ，線熱膨張係数 $5 \times 10^{-6}/\text{K}$ ）で、その厚みは、 $60\mu\text{m}$ である。

異方導電膜配置用孔11の各々は、その横方向（図20および図21において左右方向）の寸法が $1800\mu\text{m}$ で縦方向（図20および図21において上下方向）の寸法が $600\mu\text{m}$ である。

縦方向に隣接する異方導電膜配置用孔11の間の中央位置には、円形の空気流入孔15が形成されており、その直径は $1000\mu\text{m}$ である。

##### （2）スパーサー：

下記の条件により、試験用ウエハW1における被検査電極領域に対応して形成

された複数の貫通孔を有する弾性異方導電膜成形用のスペーサーを2枚作製した。

これらのスペーサーの材質はステンレス (SUS304) で、その厚みは20  $\mu\text{m}$  である。

各被検査電極領域に対応する貫通孔は、その横方向の寸法が2500  $\mu\text{m}$  で縦方向の寸法が1400  $\mu\text{m}$  である。

### (3) 金型：

図7および図22に示す構成に従い、下記の条件により、弾性異方導電膜成形用の金型を作製した。

この金型における上型61および下型65は、それぞれ厚みが6mmの鉄よりなる基板62、66を有し、この基板62、66上には、試験用ウエハW1における被検査電極のパターンに対応するパターンに従ってニッケルよりなる接続用導電部形成用の強磁性体層63 (67) および非接続用導電部形成用の強磁性体層63a (67a) が配置されている。具体的には、接続用導電部形成用の強磁性体層63 (67) の各々の寸法は60  $\mu\text{m}$  (横方向)  $\times$  200  $\mu\text{m}$  (縦方向)  $\times$  100  $\mu\text{m}$  (厚み) で、26個の強磁性体層63 (67) が120  $\mu\text{m}$  のピッチで横方向に二列 (一列の強磁性体層63 (67) の数が13個で、縦方向に隣接する強磁性体層63 (67) の間の離間距離が450  $\mu\text{m}$ ) に配列されている。また、強磁性体層63 (67) が並ぶ方向において、最も外側に位置する強磁性体層63 (67) の外側には、非接続用導電部形成用の強磁性体層63a (67a) が配置されている。各強磁性体層63a (67a) の寸法は、80  $\mu\text{m}$  (横方向)  $\times$  300  $\mu\text{m}$  (縦方向)  $\times$  100  $\mu\text{m}$  (厚み) である。

そして、26個の接続用導電部形成用の強磁性体層63 (67) および2個の非接続用導電部形成用の強磁性体層63a (67a) が形成された領域が、試験用ウエハW1における被検査電極領域に対応して合計で596個形成され、基板全体で15496個の接続用導電部形成用の強磁性体層63 (67) および1192個の非接続用導電部形成用の強磁性体層63a (67a) が形成されている。



また、非磁性体層 64 (68) は、ドライフィルムレジストを硬化処理することによって形成され、接続用導電部形成用の強磁性体層 63 (67) が位置する凹所 64a (68a) の各々の寸法は、 $70\mu\text{m}$  (横方向)  $\times$   $210\mu\text{m}$  (縦方向)  $\times$   $25\mu\text{m}$  (深さ) で、非接続用導電部形成用の強磁性体層 63a (67a) が位置する凹所 64b (68b) の各々の寸法は、 $90\mu\text{m}$  (横方向)  $\times$   $260\mu\text{m}$  (縦方向)  $\times$   $25\mu\text{m}$  (深さ) で、凹所以外の部分の厚みは  $125\mu\text{m}$  (凹所部分の厚み  $100\mu\text{m}$ ) である。

#### (4) 弾性異方導電膜：

上記のフレーム板、スペーサーおよび金型を用い、以下のようにしてフレーム板に弾性異方導電膜を形成した。

シリコーンゴム (1) 100 重量部に、導電性粒子 [a] 30 重量部を添加して混合し、その後、減圧による脱泡処理を施すことにより、導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト (1-a)」とする。

上記の金型の上型および下型の表面に、弾性異方導電膜用の成形材料として調製したペースト (1-a) をスクリーン印刷によって塗布することにより、形成すべき弾性異方導電膜のパターンに従って成形材料層を形成し、下型の成形面上に、下型側のスペーサーを介してフレーム板を位置合わせして重ね、更に、このフレーム板上に、上型側のスペーサーを介して上型を位置合わせして重ねた。

そして、上型および下型の間に形成された成形材料層に対し、強磁性体層の間に位置する部分に、電磁石によって厚み方向に 2 T の磁場を作用させながら、 $100^{\circ}\text{C}$ 、1 時間の条件で硬化処理を施すことにより、フレーム板の異方導電膜配置用孔の各々に弾性異方導電膜を形成し、以て、異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタ C1」という。

得られた弾性異方導電膜について具体的に説明すると、弾性異方導電膜の各々は、横方向の寸法が  $2500\mu\text{m}$ 、縦方向の寸法が  $1400\mu\text{m}$  である。弾性異方導電膜の各々における機能部には、26 個の接続用導電部が  $120\mu\text{m}$  のピッチで横方向に二列 (一列の接続用導電部の数が 13 個で、縦方向に隣接する接続用導電部の間の離間距離が  $450\mu\text{m}$ ) に配列されており、接続用導電部の各々

は、横方向の寸法が $60\mu\text{m}$ 、縦方向の寸法が $200\mu\text{m}$ 、厚みが $150\mu\text{m}$ であり、機能部における絶縁部の厚みが $100\mu\text{m}$ である。また、横方向において最も外側に位置する接続用導電部とフレーム板との間には、非接続用導電部が配置されている。非接続用導電部の各々は、横方向の寸法が $80\mu\text{m}$ 、縦方向の寸法が $300\mu\text{m}$ 、厚みが $150\mu\text{m}$ である。また、弾性異方導電膜の各々における被支持部の厚み（二股部分の一方の厚み）は $20\mu\text{m}$ である。

得られた異方導電性コネクタC1の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

#### （5）検査用回路基板：

基板材料としてアルミナセラミックス（線熱膨張係数 $4.8 \times 10^{-6}/\text{K}$ ）を用い、試験用ウエハW1における被検査電極のパターンに対応するパターンに従って検査電極が形成された検査用回路基板を作製した。この検査用回路基板は、全体の寸法が $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ の矩形であり、その検査電極は、横方向の寸法が $60\mu\text{m}$ で縦方向の寸法が $200\mu\text{m}$ である。以下、この検査用回路基板を「検査用回路基板T1」という。

#### （6）シート状コネクタ：

厚みが $20\mu\text{m}$ のポリイミドよりなる絶縁性シートの一面に厚みが $15\mu\text{m}$ の銅層が積層されてなる積層材料を用意し、この積層材料における絶縁性シートに対してレーザ加工を施すことによって、当該絶縁性シートの厚み方向に貫通する、それぞれ直径が $30\mu\text{m}$ の15496個の貫通孔を、試験用ウエハW1における被検査電極のパターンに対応するパターンに従って形成した。次いで、この積層材料に対してフォトリソグラフィーおよびニッケルメッキ処理を施すことによって、絶縁性シートの貫通孔内に銅層に一体に連結された短絡部を形成すると共に、当該絶縁性シートの表面に、短絡部に一体に連結された突起状の表面電極部

を形成した。この表面電極部の径は $40\mu\text{m}$ であり、絶縁性シートの表面からの高さは $20\mu\text{m}$ であった。その後、積層材料における銅層に対してフォトリソ処理を施してその一部を除去することにより、 $70\mu\text{m}\times 210\mu\text{m}$ の矩形の裏面電極部を形成し、更に、表面電極部および裏面電極部に金メッキ処理を施すことによって電極構造体を形成し、以てシート状コネクタを製造した。以下、このシート状コネクタを「シート状コネクタM1」という。

(7) 試験1：

試験用ウエハW1を、電熱ヒーターを具えた試験台に配置し、この試験用ウエハW1上に異方導電性コネクタC1をその接続用導電部の各々が当該試験用ウエハW1の被検査電極上に位置するよう位置合わせして配置し、この異方導電性コネクタC1上に、検査用回路基板T1をその検査電極の各々が当該異方導電性コネクタC1の接続用導電部上に位置するよう位置合わせして配置し、更に、検査用回路基板T1を下方に $32\text{kg}$ の荷重（接続用導電部1個当たりに加わる荷重が平均で約 $2\text{g}$ ）で加圧した。そして、室温（ $25^{\circ}\text{C}$ ）下において、検査用回路基板T1における $15496$ 個の検査電極について、異方導電性コネクタC1および試験用ウエハW1を介して互いに電氣的に接続された2個の検査電極の間の電気抵抗を順次測定し、測定された電気抵抗値の2分の1の値を異方導電性コネクタC1における接続用導電部の電気抵抗（以下、「導通抵抗」という。）として記録し、導通抵抗が $1\Omega$ 以上である接続用導電部の数を求めた。以上の操作を「操作（1）」とする。

次いで、検査用回路基板T1を加圧する荷重を $126\text{kg}$ に変更し（接続用導電部1個当たりに加わる荷重が平均で約 $8\text{g}$ ）、その後、試験台を $125^{\circ}\text{C}$ に加熱し、試験台の温度が安定した後、上記の操作（1）と同様にして異方導電性コネクタC1における接続用導電部の導通抵抗を測定し、導通抵抗が $1\Omega$ 以上である接続用導電部の数を求めた。その後、この状態で1時間放置した。以上の操作を「操作（2）」とする。

次いで、試験台を室温まで冷却し、その後、検査用回路基板に対する加圧を解除した。以上の操作を「操作（3）」とする。

そして、上記の操作（１）、操作（２）および操作（３）を１サイクルとして、合計で５００サイクル連続して行った。

以上において、接続用導電部の導通抵抗が１Ω以上のものについては、ウエハに形成された集積回路の電氣的検査において、これを實際上使用することが困難である。

以上の結果を下記表３に示す。

（８）試験２：

試験台に配置された試験用ウエハＷ１上に、シート状コネクタ－Ｍ１をその表面電極部が当該試験用ウエハＷ１の被検査電極上に位置するよう位置合わせして配置し、このシート状コネクタ－Ｍ１上に異方導電性コネクタ－Ｃ１をその接続用導電部がシート状コネクタ－Ｍ１における裏面電極部上に位置するよう位置合わせして配置し、更に、検査用回路基板Ｔ１を下方に６３ｋｇの荷重（接続用導電部１個当たりに加わる荷重が平均で約４ｇ）で加圧したこと以外は、上記試験１と同様にして接続用導電部の導通抵抗を測定し、導通抵抗が１Ω以上である接続用導電部の数を求めた。

以上の結果を下記表４に示す。

〈実施例２〉

導電性粒子〔ａ〕の代わりに導電性粒子〔ｂ〕を用いたこと以外は、実施例１と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト（１－ｂ）」とする。

ペースト（１－ａ）の代わりにペースト（１－ｂ）を用いたこと以外は、実施例１と同様にして異方導電性コネクタ－を製造した。以下、この異方導電性コネクタ－を「異方導電性コネクタ－Ｃ２」という。

得られた異方導電性コネクタ－Ｃ２の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約３０％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶

縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ－C 1 の代わりに異方導電性コネクタ－C 2 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして試験 1 および試験 2 を行った。結果を下記表 3 および表 4 に示す。

#### 〈実施例 3〉

導電性粒子 [a] の代わりに導電性粒子 [c] を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト (1-c)」とする。

ペースト (1-a) の代わりにペースト (1-c) を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして異方導電性コネクタ－を製造した。以下、この異方導電性コネクタ－を「異方導電性コネクタ－C 3」という。

得られた異方導電性コネクタ－C 3 の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約 30% であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ－C 1 の代わりに異方導電性コネクタ－C 3 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして試験 1 および試験 2 を行った。結果を下記表 3 および表 4 に示す。

#### 〈実施例 4〉

導電性粒子 [a] の代わりに導電性粒子 [d] を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト (1-d)」とする。

ペースト (1-a) の代わりにペースト (1-d) を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして異方導電性コネクタ－を製造した。以下、この異方導電性コネクタ－を「異方導電性コネクタ－C 4」という。

得られた異方導電性コネクタ－C 4 の弾性異方導電膜の各々における接続用導

電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタC1の代わりに異方導電性コネクタC4を用いたこと以外は、実施例1と同様にして試験1および試験2を行った。結果を下記表3および表4に示す。

#### 〈比較例1〉

導電性粒子[a]の代わりに導電性粒子[a1]を用いたこと以外は、実施例1と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト(1-a1)」とする。

ペースト(1-a)の代わりにペースト(1-a1)を用いたこと以外は実施例1と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタC11」という。

得られた異方導電性コネクタC11の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタC1の代わりに異方導電性コネクタC11を用いたこと以外は、実施例1と同様にして試験1および試験2を行った。結果を下記表3および表4に示す。

#### 〈比較例2〉

導電性粒子[a]の代わりに導電性粒子[c1]を用いたこと以外は、実施例1と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト(1-c1)」とする。

ペースト（１－ａ）の代わりにペースト（１－ｃ１）を用いたこと以外は、実施例１と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタＣ１２」という。

得られた異方導電性コネクタＣ１２の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約３０％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタＣ１の代わりに異方導電性コネクタＣ１２を用いたこと以外は、実施例１と同様にして試験１および試験２を行った。結果を下記表３および表４に示す。

#### 〈比較例３〉

導電性粒子〔ａ〕の代わりに導電性粒子〔ｄ１〕を用いたこと以外は、実施例１と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト（１－ｄ１）」とする。

ペースト（１－ａ）の代わりにペースト（１－ｄ１）を用いたこと以外は、実施例１と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタＣ１３」という。

得られた異方導電性コネクタＣ１３の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約３０％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタＣ１の代わりに異方導電性コネクタＣ１３を用いたこと以外は、実施例１と同様にして試験１および試験２を行った。結果を下記表３および表４に示す。

#### 〈比較例4〉

導電性粒子〔a〕の代わりに導電性粒子〔e 1〕を用いたこと以外は、実施例1と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト（1－e 1）」とする。

ペースト（1－a）の代わりにペースト（1－e 1）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタC 1 4」という。

得られた異方導電性コネクタC 1 4の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタC 1の代わりに異方導電性コネクタC 1 4を用いたこと以外は、実施例1と同様にして試験1および試験2を行った。結果を下記表3および表4に示す。

#### 〈比較例5〉

導電性粒子〔a〕の代わりに導電性粒子〔f 1〕を用いたこと以外は、実施例1と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト（1－f 1）」とする。

ペースト（1－a）の代わりにペースト（1－f 1）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタC 1 5」という。

得られた異方導電性コネクタC 1 5の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶



縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ－C 1 の代わりに異方導電性コネクタ－C 1 5 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして試験 1 および試験 2 を行った。結果を下記表 3 および表 4 に示す。

〈比較例 6〉

導電性粒子 [a] の代わりに導電性粒子 [g 1] を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト (1 - g 1)」とする。

ペースト (1 - a) の代わりにペースト (1 - g 1) を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして異方導電性コネクタ－を製造した。以下、この異方導電性コネクタ－を「異方導電性コネクタ－C 1 6」という。

得られた異方導電性コネクタ－C 1 6 の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約 30% であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ－C 1 の代わりに異方導電性コネクタ－C 1 6 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして試験 1 および試験 2 を行った。結果を下記表 3 および表 4 に示す。

〈比較例 7〉

導電性粒子 [a] の代わりに導電性粒子 [h 1] を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト (1 - h 1)」とする。

ペースト (1 - a) の代わりにペースト (1 - h 1) を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして異方導電性コネクタ－を製造した。以下、この異方導電性コネクタ－を「異方導電性コネクタ－C 1 7」という。

得られた異方導電性コネクタ－C 1 7 の弾性異方導電膜の各々における接続用

導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタC1の代わりに異方導電性コネクタC17を用いたこと以外は、実施例1と同様にして試験1および試験2を行った。結果を下記表3および表4に示す。

#### 〈比較例8〉

導電性粒子[a]の代わりに導電性粒子[i1]を用いたこと以外は、実施例1と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト(1-i1)」とする。

ペースト(1-a)の代わりにペースト(1-i1)を用いたこと以外は、実施例1と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタC18」という。

得られた異方導電性コネクタC18の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタC1の代わりに異方導電性コネクタC18を用いたこと以外は、実施例1と同様にして試験1および試験2を行った。結果を下記表3および表4に示す。

[表 3]

| サイクル数 |             | 導通抵抗が1Ω以上である接続用導電部の数(個) |   |   |    |    |    |    |    |   |   |   |
|-------|-------------|-------------------------|---|---|----|----|----|----|----|---|---|---|
|       |             | 1                       | 2 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |   |   |   |
| 実施例 1 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 実施例 2 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 0 | 0  | 3  | 6  | 2  | 1  | 8 | 6 | 2 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 0 | 0  | 8  | 2  | 6  | 7  | 6 | 1 | 8 |
| 実施例 3 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 0 | 0  | 0  | 7  | 0  | 2  | 4 | 1 | 0 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 0 | 0  | 0  | 2  | 4  | 8  | 4 | 3 | 7 |
| 実施例 4 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 比較例 1 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 2 | 4  | 2  | 4  | 0  | 4  | 1 | 3 | 2 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 3 | 6  | 7  | 4  | 2  | 3  | 4 | 5 | 3 |
| 比較例 2 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 7 | 4  | 8  | 8  | 3  | 8  | 2 | 1 | 0 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 4 | 2  | 5  | 4  | 1  | 9  | 8 | 4 | 1 |
| 比較例 3 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 0 | 2  | 8  | 7  | 8  | 7  | 3 | 2 | 1 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 0 | 1  | 6  | 4  | 2  | 3  | 6 | 5 | 4 |
| 比較例 4 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 8  | 3  | 1 | 8 | 4 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 0 | 0  | 3  | 6  | 1  | 0  | 4 | 4 | 5 |
| 比較例 5 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 0 | 0  | 2  | 5  | 8  | 1  | 0 | 1 | 4 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 0 | 0  | 8  | 3  | 4  | 6  | 1 | 0 | 3 |
| 比較例 6 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 4 | 8  | 1  | 1  | 6  | 4  | 5 | 8 | 1 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 1 | 8  | 4  | 2  | 1  | 5  | 8 | 5 | 7 |
| 比較例 7 | 室温, 32kg    | 0                       | 5 | 9 | 8  | 2  | 6  | 1  | 2  | 7 | 0 | 5 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 1 | 9 | 8  | 8  | 9  | 4  | 2  | 3 | 6 | 4 |
| 比較例 8 | 室温, 32kg    | 0                       | 0 | 2 | 4  | 4  | 2  | 1  | 3  | 8 | 5 | 0 |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0 | 1 | 6  | 2  | 4  | 7  | 2  | 3 | 7 | 2 |

〔表 4〕

| サイクル数 |             | 導通抵抗が1Ω以上である接続用導電部の数(個) |     |     |      |      |      |      |      |  |  |  |
|-------|-------------|-------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|--|--|--|
|       |             | 1                       | 20  | 50  | 100  | 200  | 300  | 400  | 500  |  |  |  |
| 実施例 1 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |  |  |  |
| 実施例 2 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 0   | 0    | 16   | 48   | 150  | 374  |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 0   | 0    | 10   | 24   | 80   | 202  |  |  |  |
| 実施例 3 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 0   | 0    | 0    | 50   | 164  | 754  |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 0   | 0    | 0    | 22   | 90   | 362  |  |  |  |
| 実施例 4 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |  |  |  |
| 比較例 1 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 78  | 92   | 132  | 194  | 294  | 532  |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 52  | 68   | 102  | 172  | 262  | 414  |  |  |  |
| 比較例 2 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 44  | 92   | 344  | 806  | 2514 | —    |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 32  | 54   | 232  | 442  | 1318 | 2594 |  |  |  |
| 比較例 3 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 0   | 14   | 58   | 154  | 376  | 1214 |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 0   | 10   | 44   | 102  | 302  | 710  |  |  |  |
| 比較例 4 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 0   | 0    | 58   | 216  | 924  | 3174 |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 0   | 0    | 34   | 102  | 454  | 1596 |  |  |  |
| 比較例 5 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 0   | 0    | 166  | 702  | 2066 | —    |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 0   | 0    | 82   | 352  | 1016 | 3014 |  |  |  |
| 比較例 6 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 36  | 84   | 314  | 1154 | 4058 | —    |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 18  | 44   | 162  | 568  | 2002 | —    |  |  |  |
| 比較例 7 | 室温, 63kg    | 0                       | 146 | 596 | 1046 | 4564 | —    | —    | —    |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 204 | 904 | 2402 | —    | —    | —    | —    |  |  |  |
| 比較例 8 | 室温, 63kg    | 0                       | 0   | 26  | 48   | 106  | 242  | 518  | 1936 |  |  |  |
|       | 125℃, 126kg | 0                       | 0   | 12  | 32   | 82   | 196  | 426  | 1518 |  |  |  |

表3および表4の結果から明らかなように、実施例1～実施例4に係る異方導電性コネクタC1～異方導電性コネクタC4によれば、弾性異方導電膜における接続用導電部のピッチが小さいものであっても、当該接続用導電部には良好な導電性が得られ、しかも、温度変化による熱履歴などの環境の変化に対しても良好な電氣的接続状態が安定に維持され、更に、高温環境下において繰り返し使用した場合にも、長期間にわたって良好な導電性が維持されることが確認された。

#### 〈実施例5〉

##### (1) フレーム板：

下記の条件により、上記の試験用ウエハW2における各被検査電極領域に対応して形成された225の異方導電膜配置孔を有する直径が6インチのフレーム板を作製した。

このフレーム板の材質はコバルト（飽和磁化 $1.4 \text{ Wb/m}^2$ ，線熱膨張係数 $5 \times 10^{-6}/\text{K}$ ）で、その厚みは、 $80 \mu\text{m}$ である。

異方導電膜配置用孔の各々は、その横方向の寸法が $2740 \mu\text{m}$ で縦方向の寸法が $600 \mu\text{m}$ である。

縦方向に隣接する異方導電膜配置用孔の間の中央位置には、円形の空気流入孔が形成されており、その直径は $1000 \mu\text{m}$ である。

##### (2) スペーサー：

下記の条件により、試験用ウエハW2における被検査電極領域に対応して形成された複数の貫通孔を有する弾性異方導電膜成形用のスペーサーを2枚作製した。

これらのスペーサーの材質はステンレス（SUS304）で、その厚みは $30 \mu\text{m}$ である。

各被検査電極領域に対応する貫通孔は、その横方向の寸法が $3500 \mu\text{m}$ で縦方向の寸法が $1400 \mu\text{m}$ である。

##### (3) 金型：

下記の条件により、弾性異方導電膜成形用の金型を作製した。

この金型における上型および下型は、それぞれ厚みが6 mmの鉄よりなる基板を有し、この基板上には、試験用ウエハW2における被検査電極のパターンに対応するパターンに従ってニッケルよりなる接続用導電部形成用の強磁性体層および非接続用導電部形成用の強磁性体層が配置されている。具体的には、接続用導電部形成用の強磁性体層の各々の寸法は $50\ \mu\text{m}$ （横方向） $\times 100\ \mu\text{m}$ （縦方向） $\times 100\ \mu\text{m}$ （厚み）で、50個の強磁性体層が $100\ \mu\text{m}$ のピッチで横方向に二列（一列の強磁性体層の数が25個で、縦方向に隣接する強磁性体層の間の離間距離が $350\ \mu\text{m}$ ）に配列されている。また、強磁性体層が並ぶ方向において、最も外側に位置する強磁性体層の外側には、非接続用導電部形成用の強磁性体層が配置されている。この強磁性体層の寸法は、 $50\ \mu\text{m}$ （横方向） $\times 200\ \mu\text{m}$ （縦方向） $\times 100\ \mu\text{m}$ （厚み）である。

そして、50個の接続用導電部形成用の強磁性体層および2個の非接続用導電部形成用の強磁性体層が形成された領域が、試験用ウエハW2における被検査電極領域に対応して合計で225個形成され、基板全体で11250個の接続用導電部形成用の強磁性体層および450個の非接続用導電部形成用の強磁性体層が形成されている。

また、非磁性体層は、ドライフィルムレジストを硬化処理することによって形成され、接続用導電部形成用の強磁性体層が位置する凹所の各々の寸法は、 $50\ \mu\text{m}$ （横方向） $\times 100\ \mu\text{m}$ （縦方向） $\times 30\ \mu\text{m}$ （深さ）で、非接続用導電部形成用の強磁性体層が位置する凹所の各々の寸法は、 $50\ \mu\text{m}$ （横方向） $\times 200\ \mu\text{m}$ （縦方向） $\times 30\ \mu\text{m}$ （深さ）で、凹所以外の部分の厚みは $130\ \mu\text{m}$ （凹所部分の厚み $100\ \mu\text{m}$ ）である。

#### （4）弾性異方導電膜：

上記のフレーム板、スペーサーおよび金型を用い、以下のようにしてフレーム板に弾性異方導電膜を形成した。

上記の金型の上型および下型の表面に、弾性異方導電膜用の成形材料として、実施例1と同様にして調製したペースト（1-a）をスクリーン印刷によって塗布することにより、形成すべき弾性異方導電膜のパターンに従って成形材料層を

形成し、下型の成形面上に、下型側のスペーサーを介してフレーム板を位置合わせして重ね、更に、このフレーム板上に、上型側のスペーサーを介して上型を位置合わせして重ねた。

そして、上型および下型の間に形成された成形材料層に対し、強磁性体層の間に位置する部分に、電磁石によって厚み方向に2 Tの磁場を作用させながら、100℃、1時間の条件で硬化処理を施すことにより、フレーム板の異方導電膜配置用孔の各々に弾性異方導電膜を形成し、以て、異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタC21」という。

得られた弾性異方導電膜について具体的に説明すると、弾性異方導電膜の各々は、横方向の寸法が3500  $\mu\text{m}$ 、縦方向の寸法が1400  $\mu\text{m}$ である。弾性異方導電膜の各々における機能部には、50個の接続用導電部が100  $\mu\text{m}$ のピッチで横方向に二列（一列の接続用導電部の数が25個で、縦方向に隣接する接続用導電部の間の離間距離が350  $\mu\text{m}$ ）に配列されており、接続用導電部の各々は、横方向の寸法が50  $\mu\text{m}$ 、縦方向の寸法が100  $\mu\text{m}$ 、厚みが200  $\mu\text{m}$ であり、機能部における絶縁部の厚みが140  $\mu\text{m}$ である。また、横方向において最も外側に位置する接続用導電部とフレーム板との間には、非接続用導電部が配置されている。非接続用導電部の各々は、横方向の寸法が50  $\mu\text{m}$ 、縦方向の寸法が200  $\mu\text{m}$ 、厚みが200  $\mu\text{m}$ である。また、弾性異方導電膜の各々における被支持部の厚み（二股部分の一方の厚み）は30  $\mu\text{m}$ である。

得られた異方導電性コネクタC21の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

#### （5）検査用回路基板：

基板材料としてガラス繊維補強型エポキシ樹脂を用い、試験用ウエハW2にお

ける被検査電極のパターンに対応するパターンに従って検査電極が形成された検査用回路基板を作製した。この検査用回路基板は、全体の寸法が $16\text{ cm} \times 16\text{ cm}$ の矩形であり、その検査電極は、横方向の寸法が $50\text{ }\mu\text{m}$ で縦方向の寸法が $100\text{ }\mu\text{m}$ である。以下、この検査用回路基板を「検査用回路基板T2」という。

(6) シート状コネクタ：

厚みが $20\text{ }\mu\text{m}$ のポリイミドよりなる絶縁性シートの一面に厚みが $15\text{ }\mu\text{m}$ の銅層が積層されてなる積層材料を用意し、この積層材料における絶縁性シートに対してレーザ加工を施すことによって、当該絶縁性シートの厚み方向に貫通する、それぞれ直径が $30\text{ }\mu\text{m}$ の $11250$ 個の貫通孔を、試験用ウエハW2における被検査電極のパターンに対応するパターンに従って形成した。次いで、この積層材料に対してフォトリソグラフィおよびニッケルメッキ処理を施すことによって、絶縁性シートの貫通孔内に銅層に一体に連結された短絡部を形成すると共に、当該絶縁性シートの表面に、短絡部に一体に連結された突起状の表面電極部を形成した。この表面電極部の径は $40\text{ }\mu\text{m}$ であり、絶縁性シートの表面からの高さは $20\text{ }\mu\text{m}$ であった。その後、積層材料における銅層に対してフォトエッチング処理を施してその一部を除去することにより、 $20\text{ }\mu\text{m} \times 60\text{ }\mu\text{m}$ の矩形の裏面電極部を形成し、更に、表面電極部および裏面電極部に金メッキ処理を施すことによって電極構造体を形成し、以てシート状コネクタを製造した。以下、このシート状コネクタを「シート状コネクタM2」という。

(7) 試験3：

試験用ウエハW2を、電熱ヒーターを具えた試験台に配置し、この試験用ウエハW2上に異方導電性コネクタC21をその接続用導電部の各々が当該試験用ウエハW2の被検査電極上に位置するよう位置合わせして配置し、この異方導電性コネクタC21上に、検査用回路基板T2をその検査電極の各々が当該異方導電性コネクタC21の接続用導電部上に位置するよう位置合わせして配置し、更に、検査用回路基板T2を下方に $90\text{ kg}$ の荷重（接続用導電部1個当たりに加わる荷重が平均で約 $8\text{ g}$ ）で加圧した。そして、室温（ $25^{\circ}\text{C}$ ）下において



、異方導電性コネクタ－C 2 1 における接続用導電部の導通抵抗を測定し、導通抵抗が  $1\ \Omega$  以上である接続用導電部の数を求めた。以上の操作を「操作（１）」とする。

次いで、検査用回路基板 T 2 を加圧したままの状態、試験台の温度を  $85^{\circ}\text{C}$  に昇温して 1 分間保持した後、異方導電性コネクタ－C 2 1 における接続用導電部の導通抵抗を測定し、導通抵抗が  $1\ \Omega$  以上である接続用導電部の数を求めた。そして、検査用回路基板に対する加圧を解除し、その後、試験台を室温まで冷却した。以上の操作を「操作（２）」とする。

そして、上記の操作（１）および操作（２）を 1 サイクルとして、合計で 5 0 0 0 サイクル連続して行った。

以上において、接続用導電部の導通抵抗が  $1\ \Omega$  以上のものについては、ウエハに形成された集積回路の電氣的検査において、これを實際上使用することが困難である。

以上の結果を下記表 5 に示す。

#### 〈実施例 6〉

ペースト（１－a）の代わりに実施例 4 と同様にして調製したペースト（１－d）を用いたこと以外は、実施例 5 と同様にして異方導電性コネクタ－を製造した。以下、この異方導電性コネクタ－を「異方導電性コネクタ－C 2 4」という。

得られた異方導電性コネクタ－C 2 4 の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約 3 0 % であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ－C 2 1 の代わりに異方導電性コネクタ－C 2 4 を用いたこと以外は、実施例 5 と同様にして試験 3 を行った。結果を下記表 5 に示す。

#### 〈実施例 7〉

シリコーンゴム（１）の代わりにシリコーンゴム（２）を用いたこと以外は、実施例４と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト（２－ｄ）」とする。

ペースト（１－ａ）の代わりにペースト（２－ｄ）を用いたこと以外は、実施例５と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタＣ２５」という。

得られた異方導電性コネクタＣ２５の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約３０％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタＣ２１の代わりに異方導電性コネクタＣ２５を用いたこと以外は、実施例５と同様にして試験３を行った。結果を下記表５に示す。

#### 〈実施例８〉

シリコーンゴム（１）の代わりにシリコーンゴム（３）を用いたこと以外は、実施例４と同様にして導電性ペースト組成物を調製した。この導電性ペースト組成物を「ペースト（３－ａ）」とする。

ペースト（１－ａ）の代わりにペースト（３－ａ）を用いたこと以外は、実施例５と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタＣ２６」という。

得られた異方導電性コネクタＣ２６の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約３０％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタＣ２１の代わりに異方導電性コネクタＣ２６を用いた

こと以外は、実施例 5 と同様にして試験 3 を行った。結果を下記表 5 に示す。

〈比較例 9〉

ペースト (1-a) の代わりに比較例 1 と同様にして調製したペースト (1-a 1) を用いたこと以外は、実施例 5 と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタ C 3 1」という。

得られた異方導電性コネクタ C 3 1 の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約 30% であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ C 2 1 の代わりに異方導電性コネクタ C 3 1 を用いたこと以外は、実施例 5 と同様にして試験 3 を行った。結果を下記表 5 に示す。

〈比較例 10〉

ペースト (1-a) の代わりに比較例 2 と同様にして調製したペースト (1-c 1) を用いたこと以外は、実施例 5 と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタ C 3 2」という。

得られた異方導電性コネクタ C 3 2 の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約 30% であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ C 2 1 の代わりに異方導電性コネクタ C 3 2 を用いたこと以外は、実施例 5 と同様にして試験 3 を行った。結果を下記表 5 に示す。

〈比較例 11〉

ペースト（１－a）の代わりに比較例３と同様にして調製したペースト（１－d 1）を用いたこと以外は、実施例５と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタＣ３３」という。

得られた異方導電性コネクタＣ３３の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約３０％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタＣ２１の代わりに異方導電性コネクタＣ３３を用いたこと以外は、実施例５と同様にして試験３を行った。結果を下記表５に示す。

#### 〈比較例１２〉

ペースト（１－a）の代わりに比較例４と同様にして調製したペースト（１－e 1）を用いたこと以外は、実施例５と同様にして異方導電性コネクタを製造した。以下、この異方導電性コネクタを「異方導電性コネクタＣ３４」という。

得られた異方導電性コネクタＣ３４の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約３０％であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタＣ２１の代わりに異方導電性コネクタＣ３４を用いたこと以外は、実施例５と同様にして試験３を行った。結果を下記表５に示す。

#### 〈比較例１３〉

ペースト（１－a）の代わりに比較例５と同様にして調製したペースト（１－f. 1）を用いたこと以外は、実施例５と同様にして異方導電性コネクタを製造

した。以下、この異方導電性コネクターを「異方導電性コネクターC35」という。

得られた異方導電性コネクターC35の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクターC21の代わりに異方導電性コネクターC35を用いたこと以外は、実施例5と同様にして試験3を行った。結果を下記表5に示す。

#### 〈比較例14〉

ペースト(1-a)の代わりに比較例6と同様にして調製したペースト(1-g1)を用いたこと以外は、実施例5と同様にして異方導電性コネクターを製造した。以下、この異方導電性コネクターを「異方導電性コネクターC36」という。

得られた異方導電性コネクターC36の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクターC21の代わりに異方導電性コネクターC36を用いたこと以外は、実施例5と同様にして試験3を行った。結果を下記表5に示す。

#### 〈比較例15〉

ペースト(1-a)の代わりに比較例7と同様にして調製したペースト(1-h1)を用いたこと以外は、実施例5と同様にして異方導電性コネクターを製造した。以下、この異方導電性コネクターを「異方導電性コネクターC37」という。

得られた異方導電性コネクタ－C 3 7の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ－C 2 1の代わりに異方導電性コネクタ－C 3 7を用いたこと以外は、実施例5と同様にして試験3を行った。結果を下記表5に示す。

〈比較例16〉

ペースト(1-a)の代わりに実施例8と同様にして調製したペースト(1-i 1)を用いたこと以外は、実施例5と同様にして異方導電性コネクタ－を製造した。以下、この異方導電性コネクタ－を「異方導電性コネクタ－C 3 8」という。

得られた異方導電性コネクタ－C 3 8の弾性異方導電膜の各々における接続用導電部中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、全ての接続用導電部について体積分率で約30%であった。

また、弾性異方導電膜の被支持部および機能部における絶縁部を観察したところ、被支持部には導電性粒子が存在していることが確認され、機能部における絶縁部には導電性粒子がほとんど存在していないことが確認された。

異方導電性コネクタ－C 2 1の代わりに異方導電性コネクタ－C 3 8を用いたこと以外は、実施例5と同様にして試験3を行った。結果を下記表5に示す。

[表 5]

| サイクル数  |     | 導通抵抗が1Ω以上である接続用導電部の数(個) |      |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
|--------|-----|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|
|        |     | 1                       | 1000 | 5000 | 10000 | 20000 | 30000 | 40000 | 50000 |  |  |  |  |
| 実施例 5  | 室温  | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  |  |  |  |
| 実施例 6  | 室温  | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  |  |  |  |
| 実施例 7  | 室温  | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  |  |  |  |
| 実施例 8  | 室温  | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 18    | 34    | 82    |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 0     | 0     | 8     | 26    | 42    |  |  |  |  |
| 比較例 9  | 室温  | 0                       | 0    | 34   | 114   | 316   | 1038  | 3462  | 11250 |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 26   | 78    | 236   | 738   | 2380  | 5106  |  |  |  |  |
| 比較例 10 | 室温  | 0                       | 0    | 16   | 26    | 238   | 704   | 2734  | 11250 |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 8    | 18    | 124   | 342   | 1842  | 4404  |  |  |  |  |
| 比較例 11 | 室温  | 0                       | 0    | 0    | 26    | 80    | 104   | 862   | 3278  |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 8     | 52    | 78    | 448   | 1810  |  |  |  |  |
| 比較例 12 | 室温  | 0                       | 0    | 0    | 0     | 88    | 124   | 1186  | 4702  |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 0     | 36    | 80    | 730   | 3024  |  |  |  |  |
| 比較例 13 | 室温  | 0                       | 0    | 0    | 0     | 158   | 632   | 1644  | 11250 |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 0     | 42    | 166   | 580   | 7832  |  |  |  |  |
| 比較例 14 | 室温  | 0                       | 0    | 26   | 96    | 422   | 1028  | 11250 | 11250 |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 16   | 70    | 272   | 774   | 3304  | 11250 |  |  |  |  |
| 比較例 15 | 室温  | 0                       | 114  | 930  | 4490  | 11250 | 11250 | 11250 | 11250 |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 78   | 572  | 3058  | 11250 | 11250 | 11250 | 11250 |  |  |  |  |
| 比較例 16 | 室温  | 0                       | 0    | 8    | 18    | 70    | 150   | 2522  | 4640  |  |  |  |  |
|        | 85℃ | 0                       | 0    | 0    | 8     | 34    | 78    | 816   | 2180  |  |  |  |  |

表 5 の結果から明らかなように、実施例 5～実施例 8 に係る異方導電性コネク  
ター C 2 1 および異方導電性コネクター C 2 4～異方導電性コネクター C 2 6 に

よれば、弾性異方導電膜における接続用導電部のピッチが小さいものであっても、当該接続用導電部には良好な導電性が得られ、しかも、多数回にわたって繰り返し使用した場合にも、良好な導電性が維持されることが確認された。

### 発 明 の 効 果

本発明に係る異方導電性コネクタによれば、弾性異方導電膜には、接続用導電部を有する機能部の周縁に被支持部が形成されており、この被支持部がフレーム板の異方導電膜配置用孔の周辺部に固定されているため、変形しにくくて取扱いやすく、検査対象であるウエハとの電氣的接続作業において、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができる。

また、弾性異方導電膜における接続用導電部に含有された導電性粒子は、その高導電性金属の割合が芯粒子に対して15質量%以上で、当該高導電性金属による被覆層の厚み $t$ が50nm以上であるため、多数回にわたって繰り返し使用した場合においても、導電性粒子における芯粒子が表面に露出することが抑制され、その結果、所要の導電性を確実に維持することができる。

また、高温環境下において繰り返し使用した場合において、導電性粒子における芯粒子を構成する材料が高導電性金属中に移行しても、当該導電性粒子の表面には、高導電性金属が高い割合で存在するので、当該導電性粒子の導電性が著しく低下することを防止することができる。

また、弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質として、付加型液状シリコーンゴムの硬化物であって、その150℃における圧縮永久歪みが10%以下で、かつ、デュロメーターA硬度が10～60のものをを用いることにより、多数回にわたって繰り返し使用した場合においても、接続用導電部に永久歪みが発生することが抑制され、これにより、接続用導電部における導電性粒子の連鎖に乱れが生じることが抑制される結果、所要の導電性を一層確実に維持することができる。

更に、弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質として、デュロメーターA硬度が25～40のものをを用いることにより、高温環境下における試験に繰り返し



使用した場合にも、接続用導電部に永久歪みが発生することが抑制され、これにより、接続用導電部における導電性粒子の連鎖に乱れが生じることが抑制される結果、長期間にわたって所要の導電性を確実に維持することができる。

また、フレーム板の異方導電膜配置用孔の各々は、検査対象であるウエハに形成された集積回路の被検査電極が配置された電極領域に対応して形成されており、当該異方導電膜配置用孔の各々に配置される弾性異方導電膜は面積が小さいものでよいため、個々の弾性異方導電膜の形成が容易である。しかも、面積の小さい弾性異方導電膜は、熱履歴を受けた場合でも、当該弾性異方導電膜の面方向における熱膨張の絶対量が少ないため、フレーム板を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、弾性異方導電膜の面方向における熱膨張がフレーム板によって確実に規制される。従って、大面積のウエハに対してWLB I 試験を行う場合においても、良好な電氣的接続状態を安定に維持することができる。

本発明に係る導電性ペースト組成物によれば、上記の異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を有利に形成することができる。

本発明に係るプローブ部材によれば、検査対象であるウエハとの電氣的接続作業において、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、多数回にわたって繰り返し使用した場合にも、所要の導電性を維持することができる。

また、異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質として特定のシリコンゴムを用いることにより、高温環境下における試験に繰り返し使用した場合にも、長期間にわたって所要の導電性を維持することができる。

本発明に係るウエハ検査装置およびウエハ検査方法によれば、上記のプローブ部材を介して、検査対象であるウエハの被検査電極に対する電氣的接続が達成されるため、被検査電極のピッチが小さいものであっても、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、多数回にわたって繰り返し使用した場合や高温環境下における試験に繰り返し使用した場合にも、所

要の電氣的検査を長期間にわたって安定して実行することができる。

本発明に係るウエハの検査方法によれば、信頼性の高い検査を行うことができるので、ウエハに形成された多数の集積回路の中から欠陥または潜在的欠陥を有する集積回路を高い確率で選別することができ、これにより、半導体集積回路装置の製造プロセスにおいて、欠陥または潜在的欠陥を有する半導体集積回路を除外して良品のみを確実に得ることができる。

本発明に係るウエハの検査方法を、半導体集積回路装置の製造プロセスの検査工程に適用することにより、半導体集積回路装置の生産性を向上させることができ、しかも、大量に生産された半導体集積回路装置の中に、欠陥または潜在的欠陥を有する半導体集積回路装置が含まれる確率を低減化することができる。従って、このような製造プロセスによって得られる半導体集積回路装置によれば、当該半導体集積回路装置が組み込まれる最終製品である電子機器において、高い信頼性が得られる。更に、潜在的欠陥を有する半導体集積回路が最終製品である電子機器に組み込まれることを高い確率で防止することができるので、得られる電子機器においては、長期間の使用による故障の発生を低減化することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うために用いられる異方導電性コネクタにおいて、

検査対象であるウエハに形成された全てのまたは一部の集積回路における被検査電極が配置された電極領域に対応してそれぞれ厚み方向に伸びる複数の異方導電膜配置用孔が形成されたフレーム板と、このフレーム板の各異方導電膜配置用孔内に配置され、当該異方導電膜配置用孔の周辺部に支持された複数の弾性異方導電膜とよりなり、

前記弾性異方導電膜の各々は、弾性高分子物質により形成され、検査対象であるウエハに形成された集積回路における被検査電極に対応して配置された、磁性を示す導電性粒子が密に含有されてなる厚み方向に伸びる複数の接続用導電部、およびこれらの接続用導電部を相互に絶縁する絶縁部を有する機能部と、この機能部の周縁に一体に形成され、前記フレーム板における異方導電膜配置用孔の周辺部に固定された被支持部とよりなり、

前記弾性異方導電膜における接続用導電部に含有された導電性粒子は、磁性を示す芯粒子の表面に高導電性金属が被覆されてなり、当該芯粒子に対する高導電性金属の割合が15質量%以上であり、かつ、下記式(1)によって算出される、高導電性金属による被覆層の厚み $t$ が50nm以上であることを特徴とする異方導電性コネクタ。

$$\text{式(1)} \quad t = [1 / (S_w \cdot \rho)] \times [N / (1 - N)]$$

[但し、 $t$ は高導電性金属による被覆層の厚み(m)、 $S_w$ は芯粒子のBET比表面積( $\text{m}^2 / \text{kg}$ )、 $\rho$ は高導電性金属の比重( $\text{kg} / \text{m}^3$ )、 $N$ は(高導電性金属の質量/導電性粒子全体の質量)の値を示す。]

2. 導電性粒子は、下記に示す電気抵抗値 $R$ の値が $0.3\Omega$ 以下であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の異方導電性コネクタ。

電気抵抗値 $R$ ：導電性粒子 $0.6\text{g}$ と液状ゴム $0.8\text{g}$ とを混練することによってペースト組成物を調製し、このペースト組成物を、 $0.5\text{mm}$ の離間距離で

互いに対向するよう配置された、それぞれ径が1 mmの一对の電極間に配置し、この一对の電極間に0.3 Tの磁場を作用させ、この状態で当該一对の電極間の電気抵抗値が安定するまで放置したときの当該電気抵抗値。

3. 導電性粒子は、BET比表面積が $10 \sim 500 \text{ m}^2 / \text{kg}$ であることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の異方導電性コネクタ。

4. 弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質は、付加型液状シリコーンゴムの硬化物であって、その $150^\circ\text{C}$ における圧縮永久歪みが10%以下で、かつ、デュロメーターA硬度が $10 \sim 60$ のものであることを特徴とする請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかに記載の異方導電性コネクタ。

5. 弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質は、そのデュロメーターA硬度が $25 \sim 40$ のものであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の異方導電性コネクタ。

6. 弾性異方導電膜を形成する弾性高分子物質は、その引き裂き強度が $8 \text{ kN/m}$ 以上のものであることを特徴とする請求の範囲第4項または第5項に記載の異方導電性コネクタ。

7. フレーム板の線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5} / \text{K}$ 以下であることを特徴とする請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかに記載の異方導電性コネクタ。

8. 硬化可能な液状シリコーンゴムと、磁性を示す芯粒子の表面に高導電性金属が被覆されてなる導電性粒子とを含有してなり、前記導電性粒子は、芯粒子に対する高導電性金属の割合が15質量%以上であり、かつ、請求項1に記載の数式によって算出される、高導電性金属による被覆層の厚み $t$ が $50 \text{ nm}$ 以上であることを特徴とする導電性ペースト組成物。

9. 請求の範囲第1項乃至第7項のいずれかに記載の異方導電性コネクタにおける弾性異方導電膜を形成するためのものであることを特徴とする請求の範囲第8項に記載の導電性ペースト組成物。

10. ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うために用いられるプローブ部材であって、

検査対象であるウエハに形成された集積回路における被検査電極のパターンに

対応するパターンに従って検査電極が表面に形成された検査用回路基板と、この検査用回路基板の表面に配置された、請求の範囲第1項乃至第7項のいずれかに記載の異方導電性コネクタとを具えてなることを特徴とするプローブ部材。

11. 異方導電性コネクタにおけるフレーム板の線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5}/K$ 以下であり、検査用回路基板を構成する基板材料の線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5}/K$ 以下であることを特徴とする請求の範囲第10項に記載のプローブ部材。

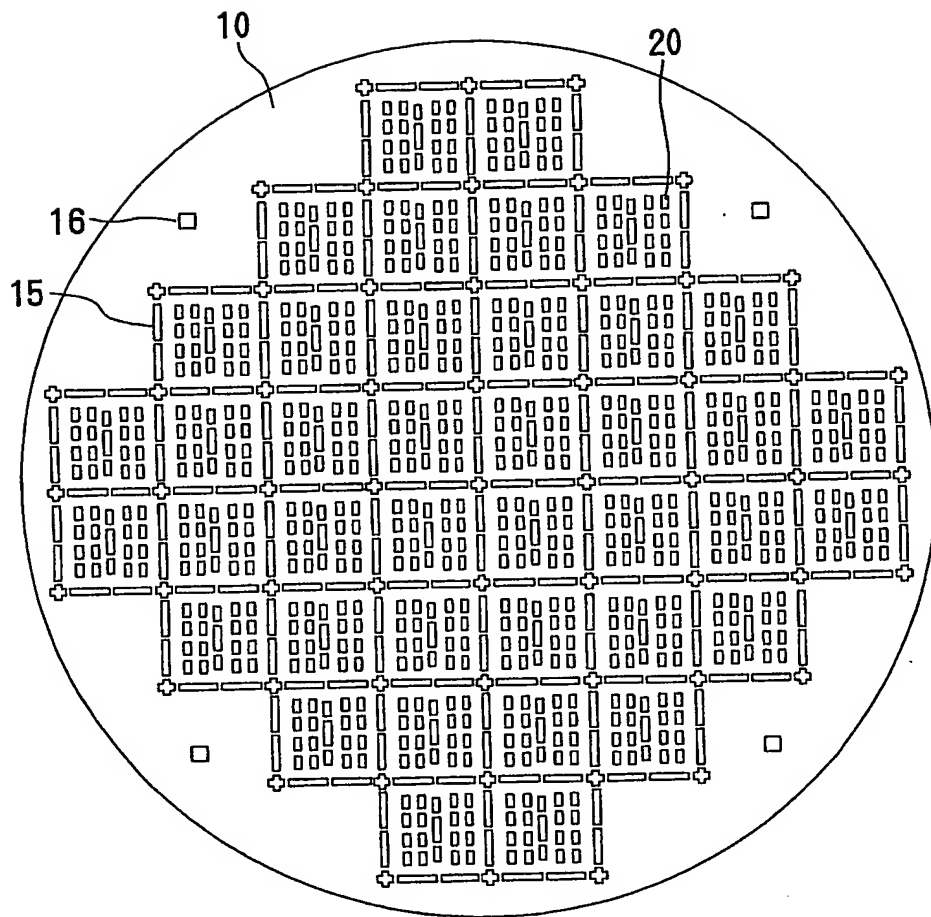
12. 異方導電性コネクタ上に、絶縁性シートと、この絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸び、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置された複数の電極構造体とよりなるシート状コネクタが配置されていることを特徴とする請求の範囲第10項または第11項に記載のプローブ部材。

13. ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電氣的検査をウエハの状態で行うウエハ検査装置において、

請求の範囲第10項乃至第12項のいずれかに記載のプローブ部材を具えてなり、当該プローブ部材を介して、検査対象であるウエハに形成された集積回路に対する電氣的接続が達成されることを特徴とするウエハ検査装置。

14. ウエハに形成された複数の集積回路の各々を、請求の範囲第10項乃至第12項のいずれかに記載のプローブ部材を介してテスターに電氣的に接続し、当該ウエハに形成された集積回路の電氣的検査を実行することを特徴とするウエハ検査方法。

図 1



2/12

図 2

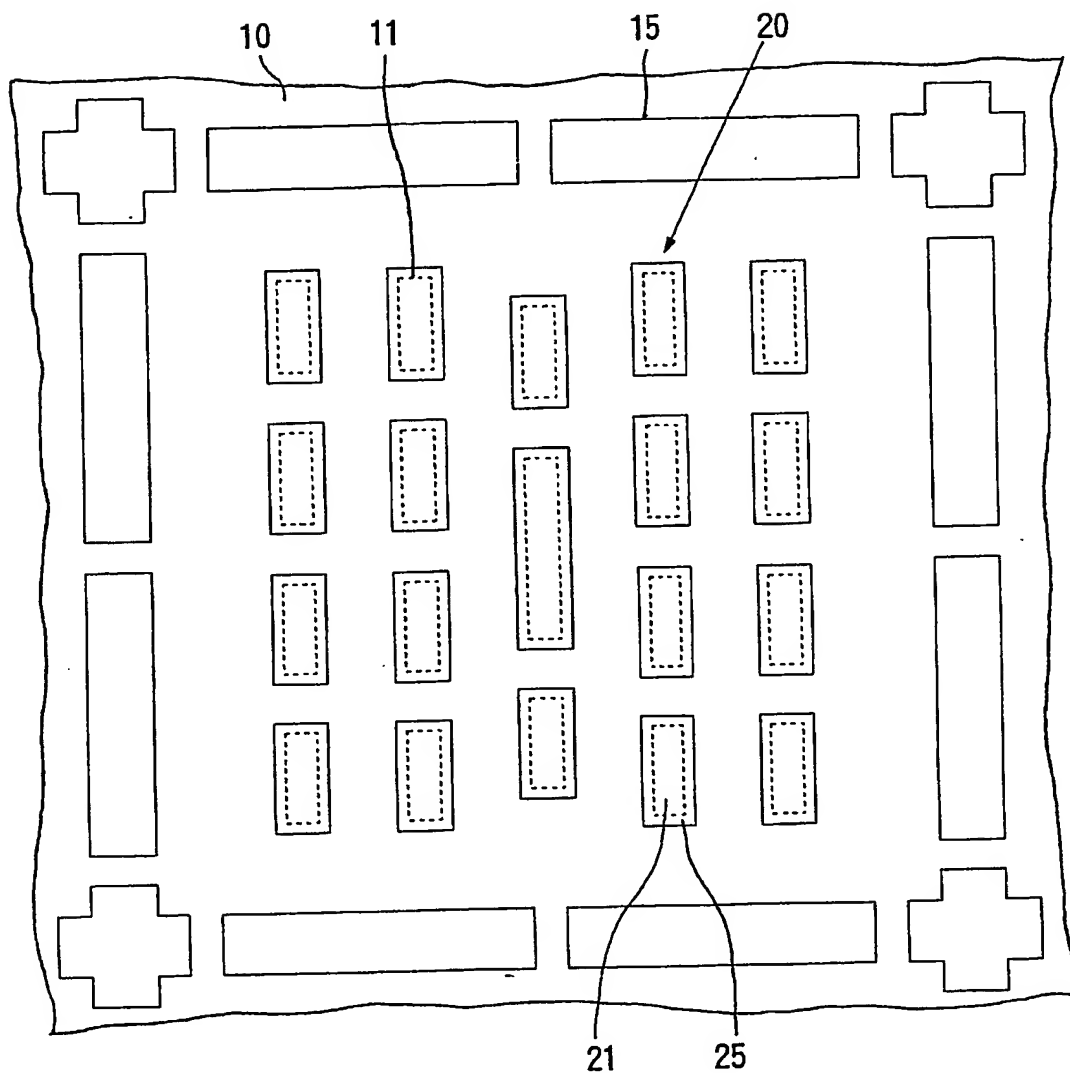
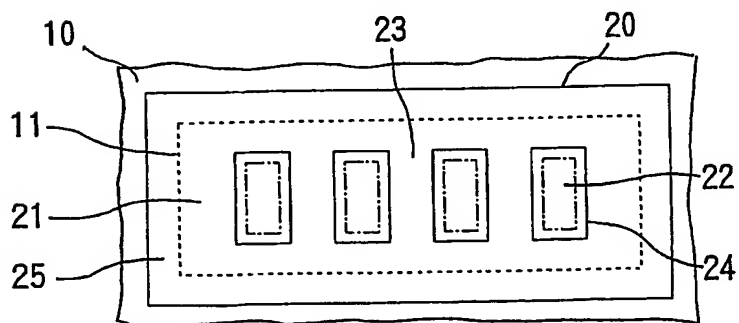


図 3



差替え用紙 (規則26)

3 / 1 2

图 4

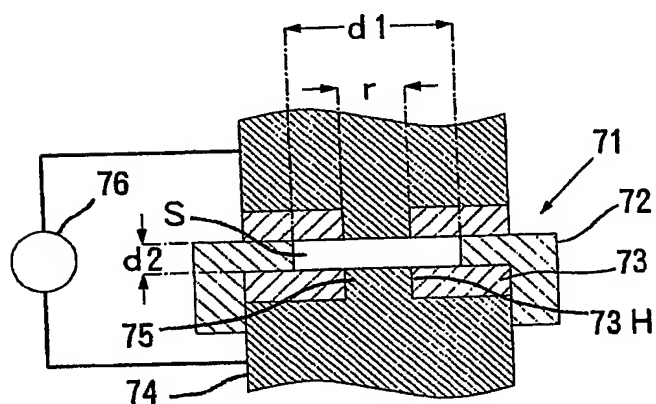
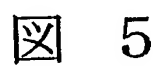
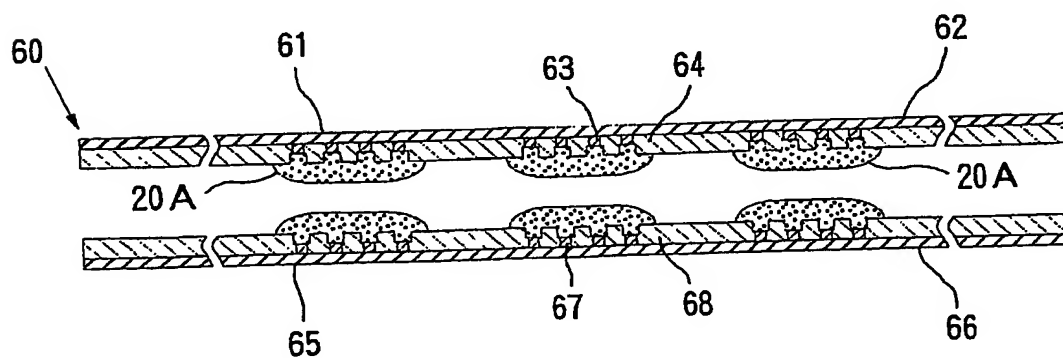


图 6





4 / 1 2

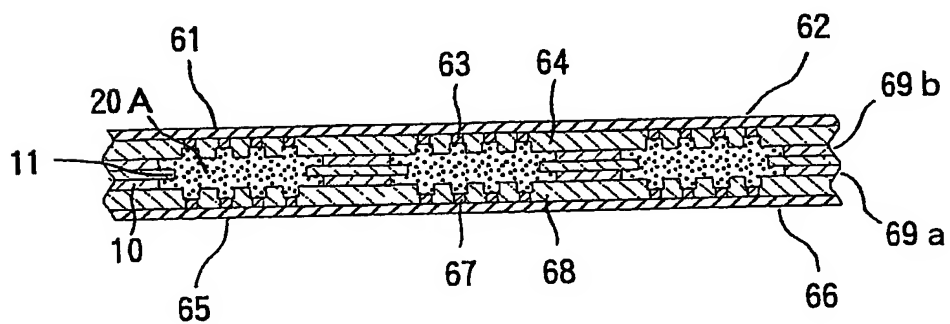
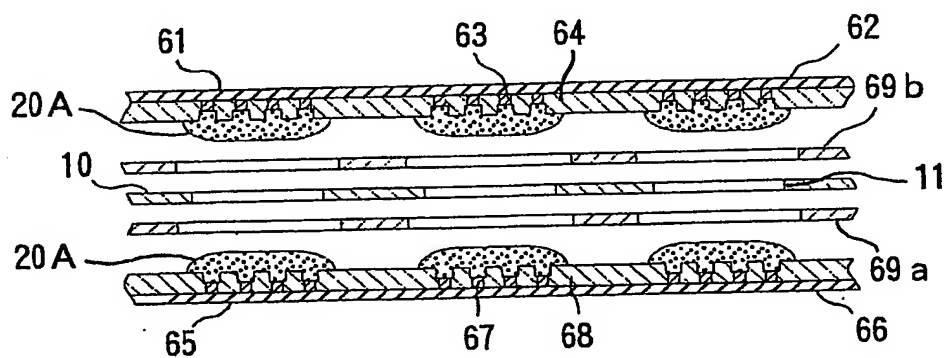
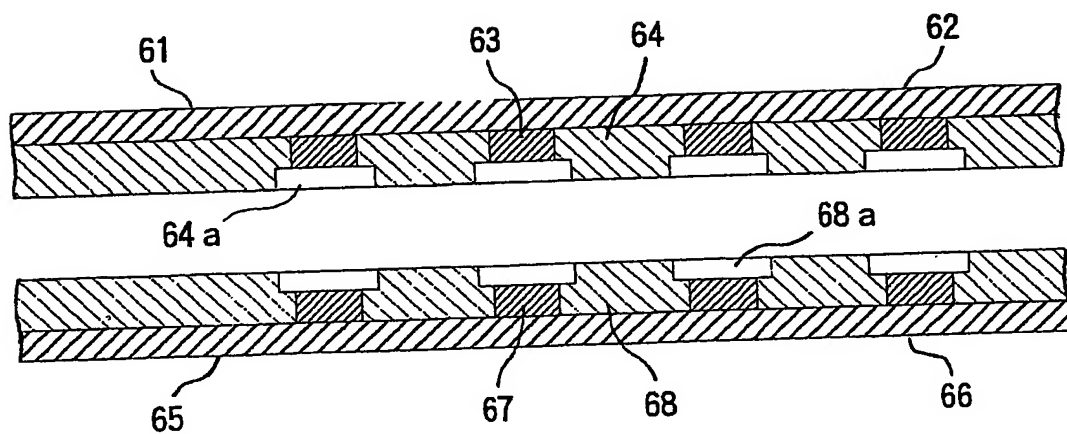


図 1 0

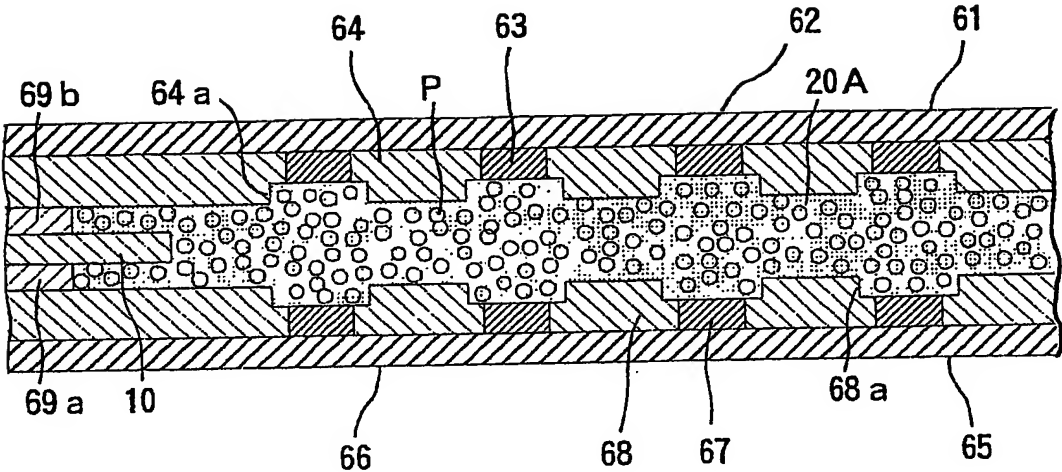


図 1 1

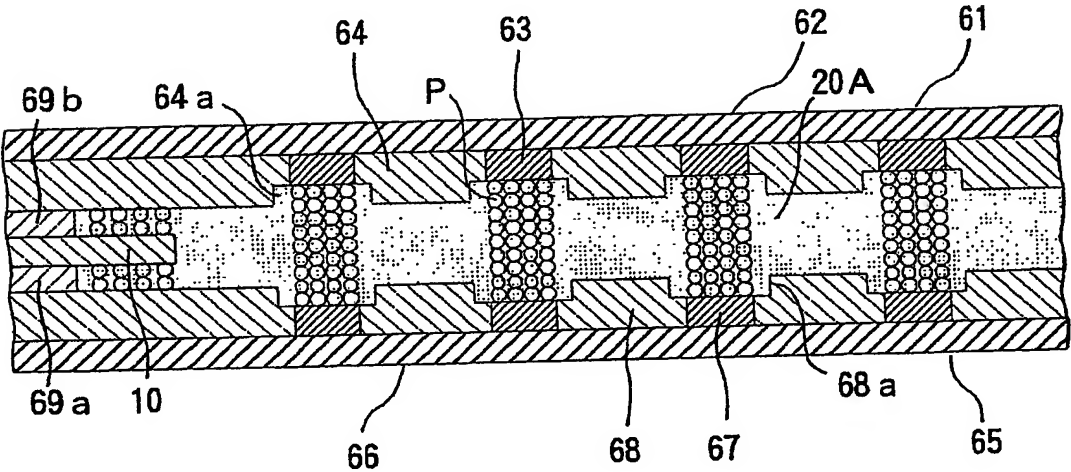


図 1 2

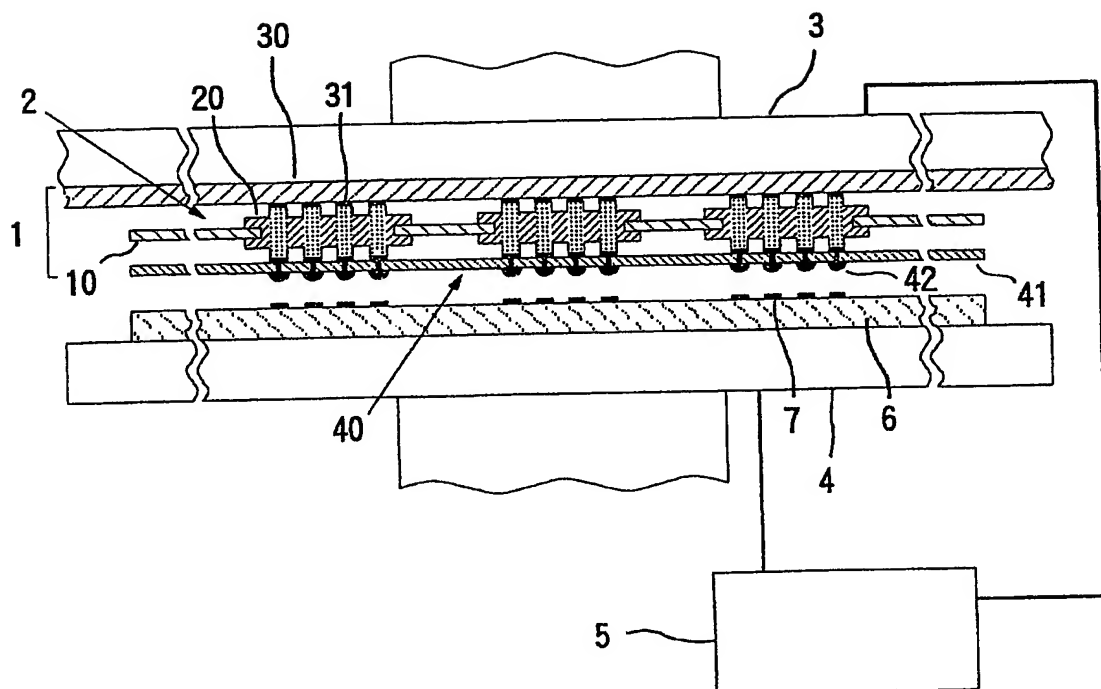


図 1 3

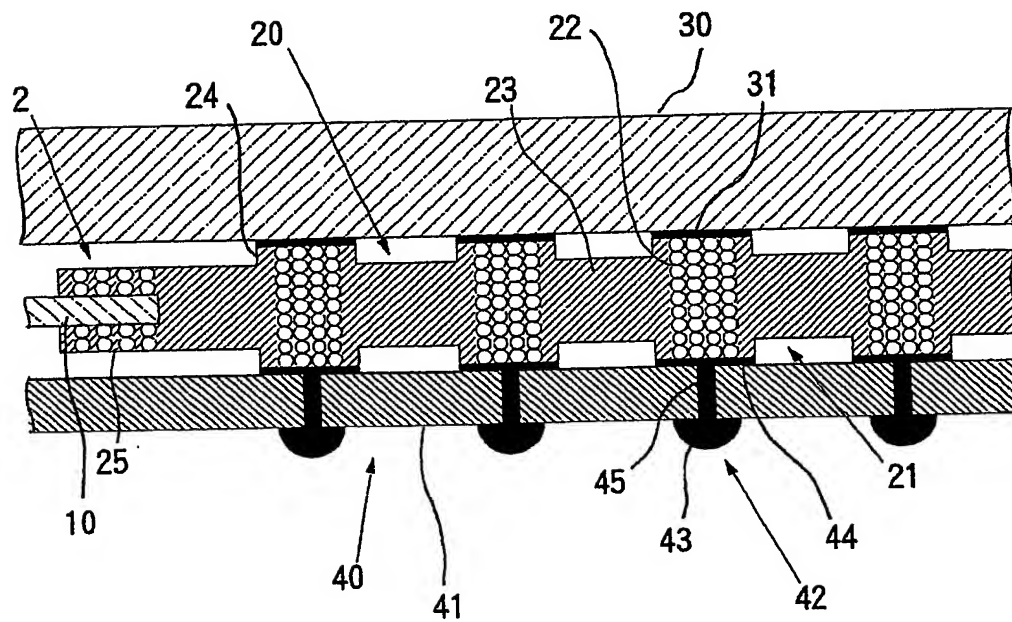


図 1 4

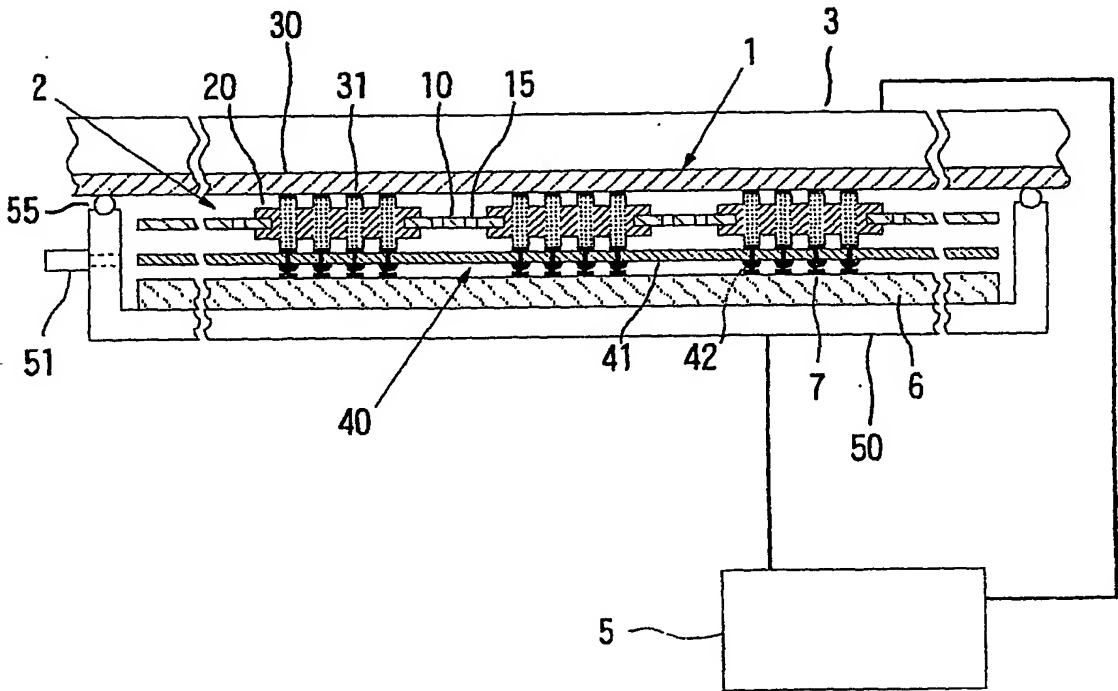


図 1 5

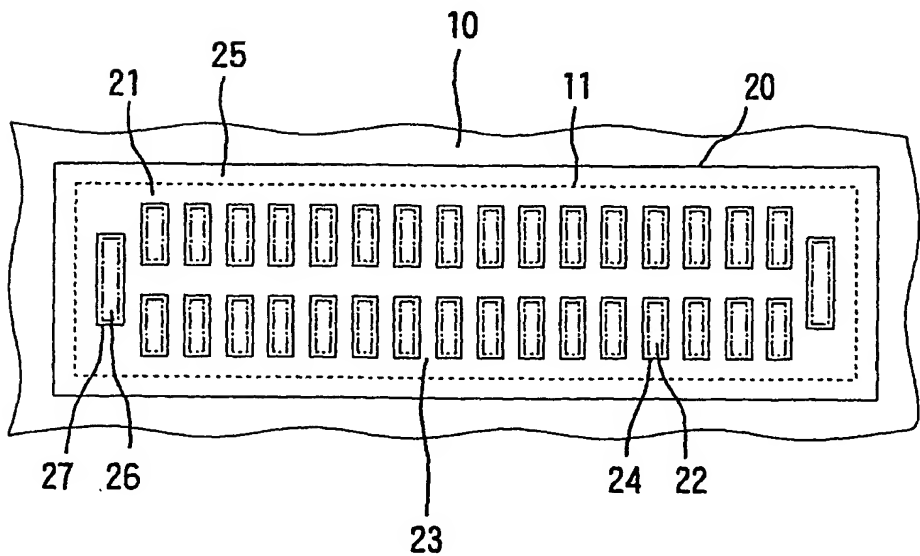


図 16

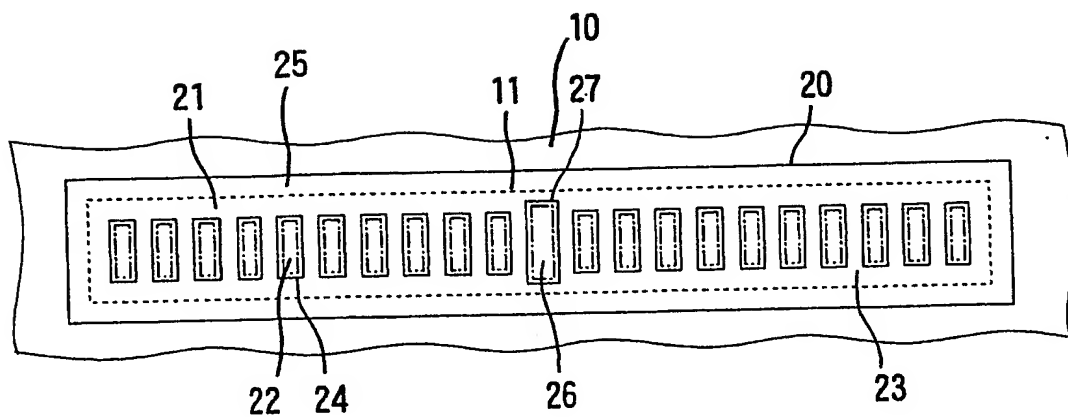


図 17

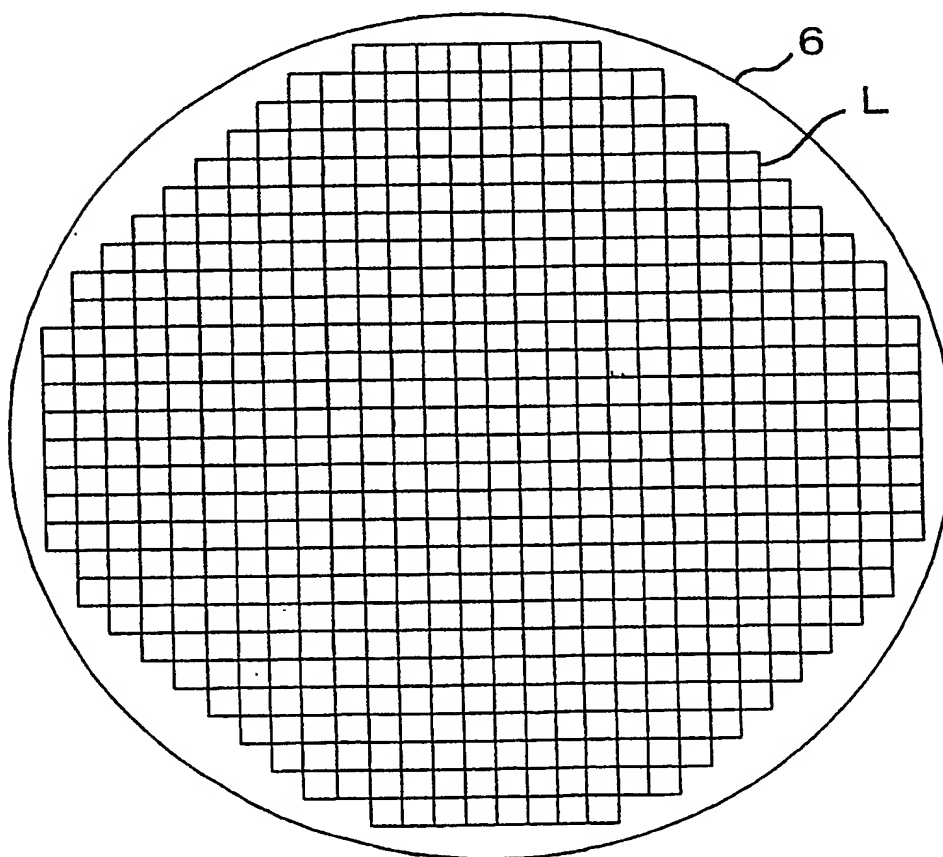


図 18

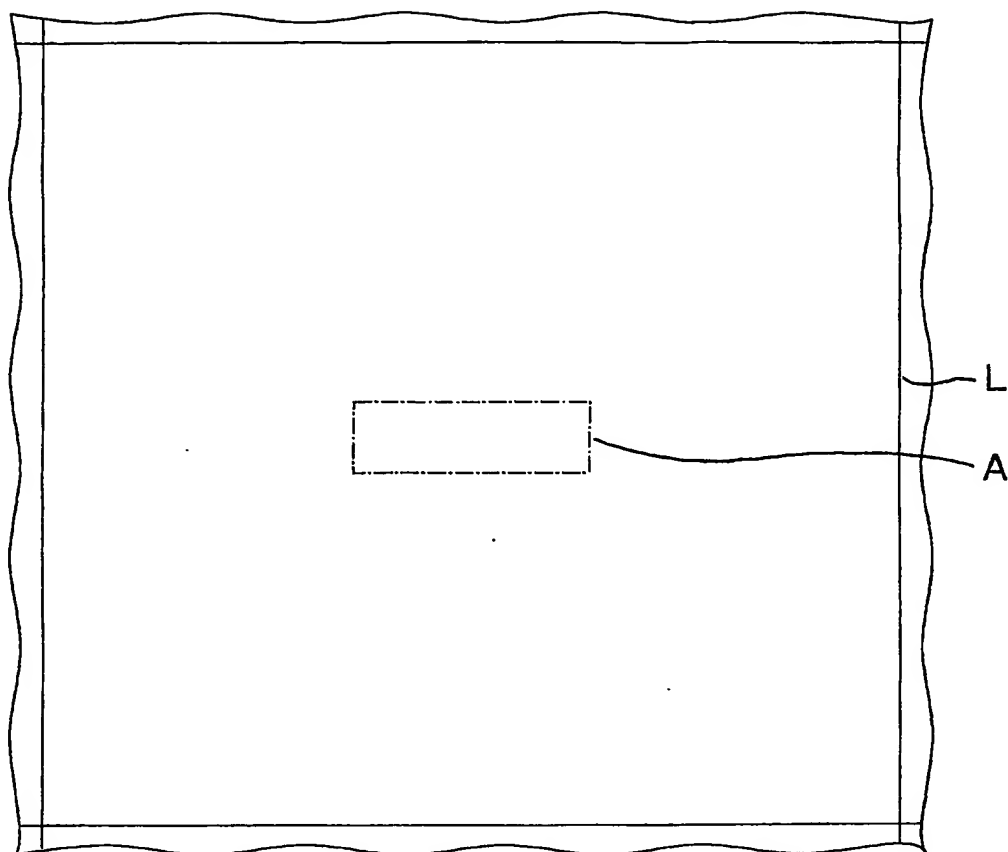
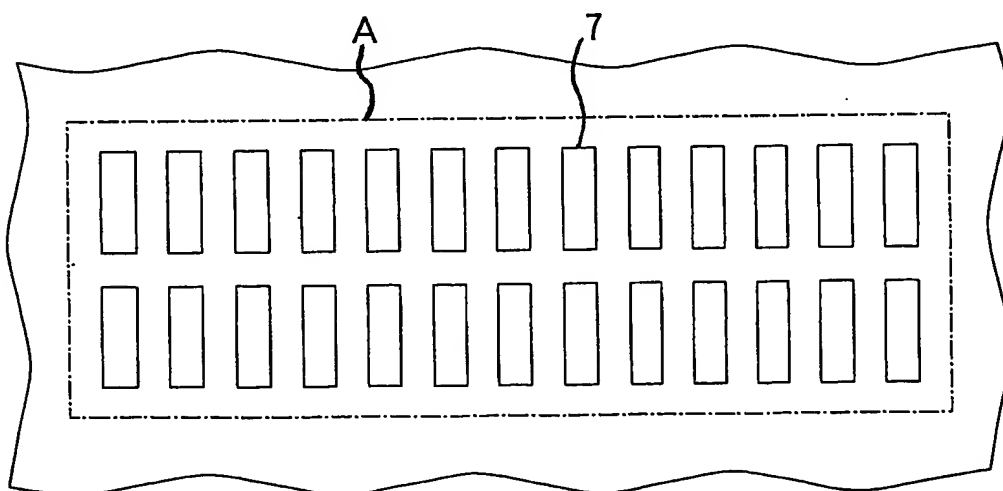
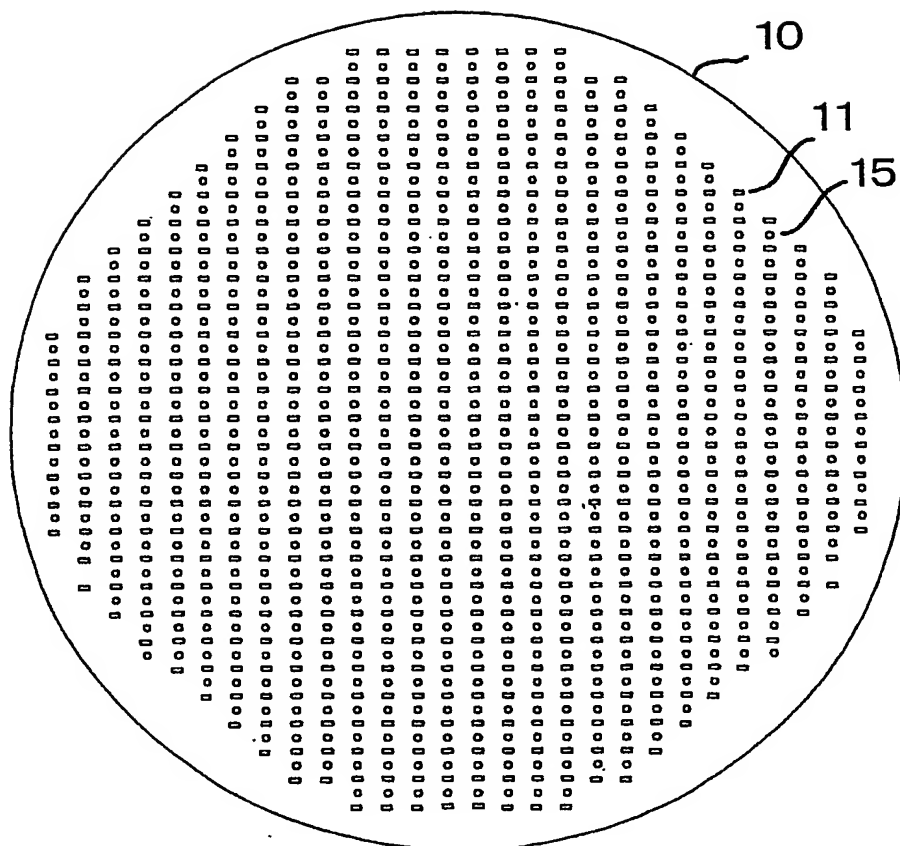


図 19

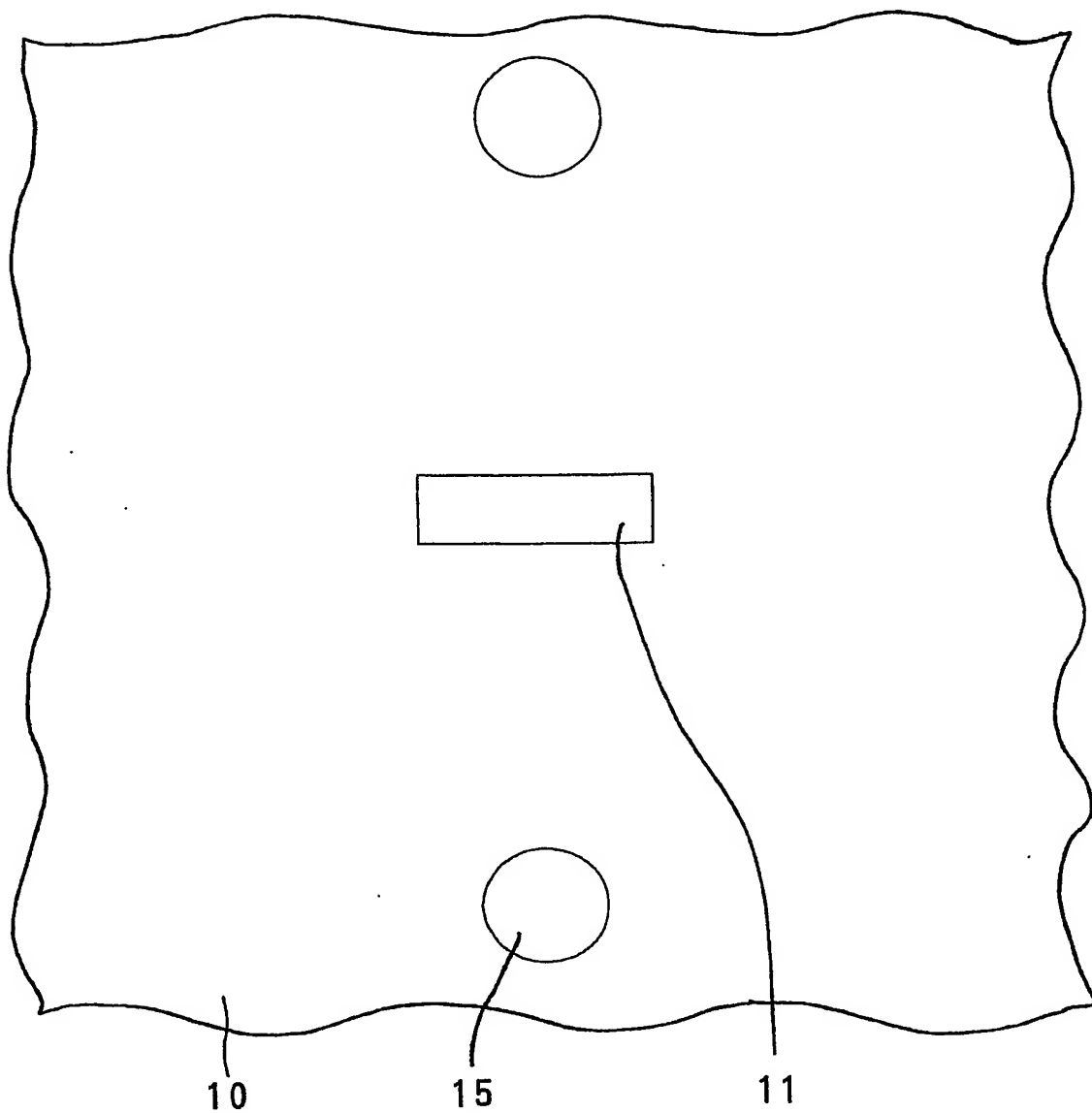


差替え用紙 (規則26)



11/12

図 21





12/12

図 2 2

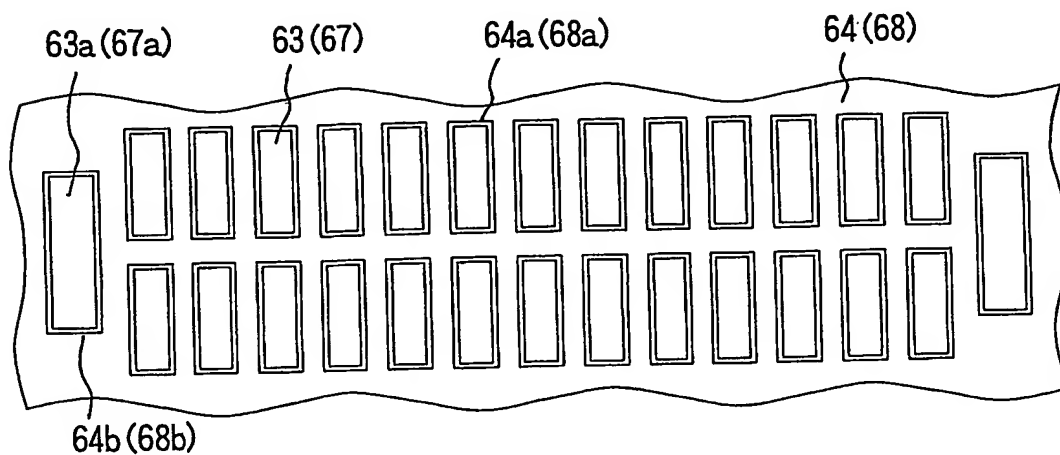
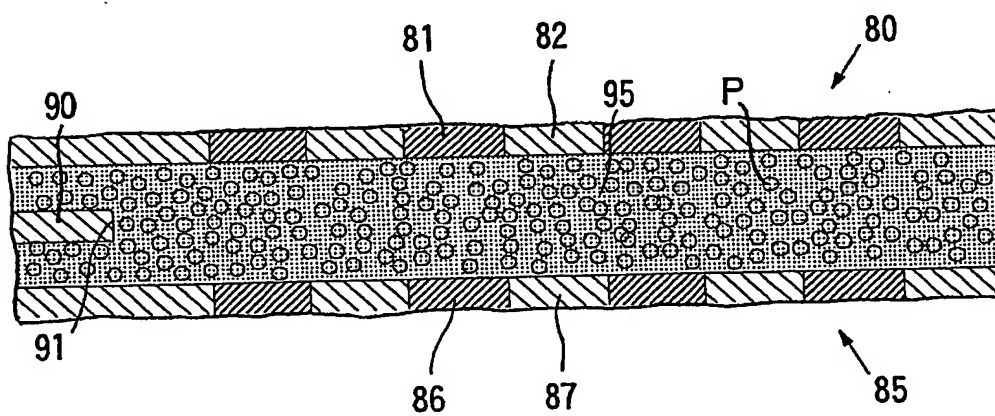


図 2 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10056

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | WO 02/47149 A1 (JSR Corp.),<br>13 June, 2002 (13.06.02),<br>Full text; all drawings<br>& AU 2106002 A & JP 2002-246428 A | 1-14                  |
| Y         | JP 2002-203879 A (JSR Corp.),<br>19 July, 2002 (19.07.02),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)                  | 1-14                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
03 September, 2003 (03.09.03)

Date of mailing of the international search report  
16 September, 2003 (16.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/66

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| Y               | WO 02/47149 A1 (ジェイエスアール株式会社) 2002. 06. 13,<br>全文, 全図<br>& AU 2106002 A & JP 2002-246428 A | 1-14             |
| Y               | JP 2002-203879 A (ジェイエスアール株式会社) 2002. 07. 19,<br>全文, 全図<br>(ファミリーなし)                       | 1-14             |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 09. 03

国際調査報告の発送日

16.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

坂本 薫昭

4R

9265

電話番号 03-3581-1101 内線 6738